

# Otázky a odpovědi z elektrotechnické praxe

## Ochrana před úrazem elektrickým proudem (2. část)

redakce Elektro, Ing. Michal Kříž,

informační systém pro elektrotechniky (iiSEL), <http://www.in-el.cz>

### Otázka 1:

**Proč není v definici 826-12-08 v ČSN IEC 60050-826 (Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 826: Elektrické instalace) uveden vodič PE, ten přece není živou částí? Nebo ano, když není uveden? A proč je vodič N považován za živou část, když podle poznámky si mohou odvodit, že není spojen s úrazem elektrickým proudem?**

#### Odpověď 1:

Vodič PE není ve vysvětlení k uvedené definici 826-12-08 uveden proto, že definice pojednává o živých částech jako o částech určených k tomu, aby při normálním provozu byla pod napětím, přičemž mezi živé části počítá i nulové vodiče. Samostatný ochranný vodič PE není ani určen k tomu, aby byl při normálním provozu pod napětím, ani není nulový, takže v uvedeném vysvětlení není třeba se o něm zmiňovat. Je to na rozdíl od vodičů PEN a PEM, které kromě funkce ochranného vodiče mají také funkci vodiče nulového N, popř. středního M, takže by je někdo mezi živé části podle první poloviny definice zahrnovat mohl.

### Otázka 2:

**Je-li malý zdroj UPS např. pro počítače zapojen do sítě TN šňůrou s vidlicí, pak je na výstupu též síť TN. Odpojm-li zdroj od sítě vidlicí ze zásuvky, zdroj UPS pracuje dál.**

1. Je možné mít na výstupu z UPS jednou TN a po odpojení IT?
2. Je možné použít za zdrojem UPS proudový chránič?
3. Je zdroj UPS po odpojení ze sítě nebezpečný?

#### Odpověď 2:

1. Charakter sítě (podle způsobu jejího uzemnění) na výstupu ze zdroje se podle zapojení a uzemnění zdroje může měnit. Obecně není přepínání charakteru sítě na závalu, splňují-li zdroj, síť i napájené spotřebiče pro přepínání zapojení sítě požadavky jak z hledisek ochrany samočinným odpojením od zdroje, tak i ochrany před nadproudy. Za běžné je možné považovat přeměnu výstupu ze zdroje UPS ze sítě TN na síť IT. Může se to dít v případě výpadku napájecí sítě nebo nespĺňuje-li napájecí síť požadavky z hlediska kvality elektrické energie (odchylky napětí, frekvence).
2. Na základě diskusí jsme dospěli k závěru, že použít v obvodu, ve kterém je zapojen zdroj UPS, proudový chránič, zejména pak

chránič do 30 mA, není vhodné. Není to vhodné především proto, že se od UPS očekává, že bude zajišťovat trvalou dodávku elektrické energie. Tento účel však může být zejména citlivým proudovým chráničem mařen. Rovněž z hlediska zapojení proudového chránič v síti IT, která může být na výstupu ze zdroje UPS, nemusí být zajištěno odpojení při dvou poruchách, ke kterým dojde až za chráničem. Proti zařazení proudového chránič s menší citlivostí (300 mA nebo 500 mA) na začátek obvodu, z něhož je zdroj UPS napájen, asi námitky nejsou.

3. Podle našeho názoru není zdroj UPS nebezpečný ani po jeho odpojení od sítě. Je-li vytažena vidlice zdroje UPS ze sítě, nelze jeho vývod považovat ani za síť IT, protože je přerušeno spojení ochranného vodiče, a tím i neživých částí napájených spotřebičů se zemí. Zdroj UPS spolu s napájenými spotřebiči je potom třeba považovat za elektricky oddělený obvod. Je-li rozsah tohoto obvodu výkonově i délkově omezen, není bezpečnost ohrožena. Norma připouští též neuzemněné pospojování v tomto obvodu, které je v daném případě provedeno vývodem ochranného vodiče ze zdroje UPS. Úplnější informace by měl poskytnout výrobce nebo jeho zástupce, popř. prodejce. K některým závěrům jsme dospěli také po konzultaci s nimi. V každém případě výrobce ručí za zajištění bezpečnosti v případech normálních i mimořádných provozních stavů, které je možné předpokládat.

### Otázka 3:

**Tuším, že v PNE 33 3301 je nařízeno, že venkovní vedení vn musí mít nad komunikacemi, potrubím, nad jinými venkovními vedeními dvojitý závěs izolátorů, anebo dvojitě podpěrné izolátory. Podle EN 50423-1 to údajně být nemusí, je-li použit určený typ izolátorů. Je to skutečně tak? A o jaký typ izolátorů se jedná? Týká se to i podpěrných izolátorů, nebo jen tahových (závěsných)? Jak postupovat při revizi linek vn dříve zhotovených? Při revizi jsem jednoduché provedení nad komunikacemi, potrubím a jinými linkami dal do závad. Bylo mi řečeno, že podle EN 50423 stačí pouze jednoduché provedení.**

#### Odpověď 3:

Podle PNE 33 3301 (Elektrická venkovní vedení s napětím nad 1 kV AC do 45 kV včetně) se dvojitý závěs používá, je-li třeba

zajistit zvýšenou bezpečnost vedení při křížování železnice, dálnice apod. Jeho použití určí vždy projektant stavby.

ČSN EN 50423-1:2007 (Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV do AC 45 kV včetně – Část 1: Všeobecné požadavky – Společné specifikace), která od roku 2007 nahradila ČSN 33 3301:1997, požadavky na křížovatky venkovních vedení s drahami, komunikacemi a objekty, jak je uváděla ČSN 33 3301:1997, již neuvádí, takže v EN 50423-1 požadavek na zvýšenou bezpečnost vedení vn v křížovatkách není uveden. Poža-



davek na zvýšenou bezpečnost přitom znamenal nejen požadavek na provedení závěsu (dvojitý závěs), ale i dodatečný požadavek na pevnost izolátoru i na pevnost podpěr (stožárů) a armatur.

Požadavek na použití dvojitých izolačních závěsů je v současné době stanoven v čl. 5.4.5 CZ.5 ČSN EN 50423-3:2005 navazující na EN 50423-1. Tento článek uvádí, že v některých případech spojených s požadavkem na zvýšení bezpečnosti oproti běžnému stavu může být technickým řešením použití dvojitých závěsů. Rozsah a způsob jejich použití bude stanoven v projektové specifikaci. Požadavek na zvýšení bezpečnosti přitom vyplývá z příslušných předpisů (zákony a vyhlášky o pozemních komunikacích, o drahách, o vodních cestách apod.).

### Otázka 4:

**Prosím o sdělení, jakým zbytkovým rizikům se musí zabránit podle ČSN 33 2000-4-41 při ochraně elektrickým oddělením pro více spotřebičů, kde se použije ochrana neuzemněným místním pospojováním a provoz musí být řízen osobou znalou nebo pod jejím dozorem. Mně žádná rizika, která toto zařízení vytváří, nejsou zřejmá. Jaká rizika zařízení tedy vytvářejí a čemu má dozor osoby znalé zabránit?**

**Odpověď 4:**

Zpřísňující se ustanovení předepisovaná pro ochranu před úrazem elektrickým proudem, jejichž příkladem je i elektrický oddělení pro napájení více spotřebičů, si vysvětlujeme tak, že se v současné době uvažuje s méně odpovědným zacházením osob bez elektrotechnické kvalifikace s elektrickými spotřebiči a dalšími elektrickými zařízeními. Při porušení izolace u jednoho elektrického předmětu napájeného z elektricky odděleného obvodu a spojení neživé části se zemí, kdy toto spojení bez vykonávané kontroly může být považováno v podstatě za trvalé, závisí ochrana před nebezpečím úrazu elektrickým proudem u ostatních elektrických předmětů v obvodu již jenom na základní izolaci těchto předmětů. Aby nemohlo dojít k používání spotřebičů s jednou poruchou, proto ten dozor.

**Otázka 5:**

**Prosím o sdělení, zda v ochraně elektrickým oddělením pro jeden spotřebič v návaznosti na délku vedení a napětí na sekundární straně se uplatňuje, nebo neuplatňuje a proč dále uvedená uzance pro připojení více elektrických spotřebičů.**

**C.3.8: Doporučuje se, aby součin jmenovitého napětí obvodu ve voltech a délky rozvodu v metrech nepřesáhl 100 000 V·m a aby délka rozvodu nepřesáhla 500 m.**

**P. S.: Ten součin, jak je uveden v normě, je pro čitatele nesrozumitelný a nevim, proč není použito násobítko „x“. Pro mě je to tečka, a kdybych neznal výraz z dřívější, byl by text pro mě nesrozumitelný.**

**Odpověď 5:**

Logicky by se Vámi zmíněný součin, který je uveden v ustanovení pro napájení více spotřebičů v rámci jednoho elektricky odděleného obvodu, měl uplatňovat i pro napájení jednoho spotřebiče (kapacity vedení se projevují stejně). Při zpracování normy se však zřejmě předpokládalo, že by bylo třeba uplatňovat uvedený součin i pro jeden spotřebič, protože se obvykle uvažuje napájení tohoto spotřebiče v blízkosti zdroje.

Co se týká součinu V·m, je to podle pravidel o psaní jednotek.

**Otázka 6:**

**Mohli byste mi poradit, jak zapojit do soustavy IT proudový chránič a jaký typ transformátoru T1 zvolit, aby byl plně funkční, a zda se dá jeho funkčnost změřit normálně jako u běžného chrániče?**

**Odpověď 6:**

Chrániče bychom ve Vašem případě zařadili do jednotlivých obvodů. Předpokládáme, že síť IT je pro napájení daných zařízení zvolena proto, aby byl v případě první poruchy zajištěn dále nepřerušovaný provoz sítě IT. V takovém případě při prvním zemním spojení dojde pouze k uzemnění jednoho vodiče sítě přes místo zemního spojení a chránič by přitom neměl vybavit. To znamená, že by se měl změřit nebo jinak zjistit proud první-

ho zemního spojení a proudový chránič zvolit tak, aby jeho vybavovací proud byl alespoň třikrát větší než proud prvního zemního spojení (chránič sice nesmí vybavit při polovině  $I_{An}$ , ale jistota je jistota).

Proud lze samozřejmě změřit tak, že se jednotlivé fáze postupně spojují se zemí (se zemní sondou nebo s uzemněným ochranným vodičem PE) a změní se elektrický proud procházející vodičem spojujícím fázi s tímto zemničem. Při měření je třeba splnit běžná bezpečnostní opatření – měření je třeba považovat za práci pod napětím. Před měřením je třeba se ujistit, že v síti IT není zemní spojení. Rovněž je nutné si uvědomit, že na neuzemněných fázích je proti zemi sružené, nikoliv pouze fázové napětí sítě.

Chceme-li se vyhnout bezpečnostním opatřením během měření, je vhodné provést výpočet nebo kvalifikovaný odhad proudu prvního zemního spojení. Tento postup je založen na výpočtu kapacity dvou neuzemněných fází proti zemi, po jejímž vynásobení číslem 314 (což je  $2\pi f = 314$ ) vyjde kapacitní vodivost (susceptance). Susceptanci se vynásobí napětí neuzemněných fází proti zemi, čímž se získá kapacitní proud zemního spojení jedné fáze. Celkový kapacitní proud je pak fázorovým součtem těchto dvou kapacitních proudů. Součet těchto dvou kapacitních proudů lze získat také tak, že se susceptance jedné fáze vynásobí fázorovým součtem napětí neuzemněných fází proti zemi. (V TNI 33 2000-4-41 je uveden jednak příklad výpočtu, jednak také tabulka uvádějící kapacitní proudy na 1 km délky kabelů použitých v síti.) Protože však není známo ani napětí sítě IT (možná 200 V), ani délky jednotlivých obvodů či průřezy vodičů a kabelů, je těžké i jen přibližně odhadovat proud první poruchy. Pokud by se však jednalo o síť s celkovou délkou obvodů do 1 km, přičemž použité kabely a vodiče by neměly průřez větší než 50 mm<sup>2</sup>, neměly by být unikající proudy větší než 50 mA, takže s jistotou by při první poruše nevybavovaly proudové chrániče s  $I_{An} \leq 300$  mA.

Samotná funkčnost proudového chrániče se dá změřit přístroji pro měření proudových chráničů při uzemnění jedné z fází obvodu, ve kterém je chránič zapojen. Pak může přístroj ověřit funkci proudového chrániče, ať už postupně narůstajícím proudem, nebo jmenovitým vybavovacím reziduálním proudem chrániče.

Při instalaci proudových chráničů v síti IT je třeba dát pozor na to, aby jeden chránič nechránil velkou část sítě IT. Potom by mohl být při dvou poruchách za chráničem nefunkční (poruchový obvod by se uzavíral za chráničem, přičemž součet proudů protékajících chráničem by byl roven nule a chránič by žádnou poruchu nezaznamenal). Proto ve vydání ČSN 33 2000-4-41:2000 bylo v čl. 413.1.5.7 uvedeno, že je-li ochrana při druhé poruše v síti IT zajišťována proudovými chrániči, tak se jimi chrání každé zařízení. Z uvedeného důvodu je proudový chrá-

nič instalovaný hned za transformátorem T1 v podstatě zbytečný (neodpojí žádnou poruchu v síti IT kromě případů, kdy by k jednomu zemnímu spojení došlo přímo na sekundárním vinutí transformátoru, tzn. ještě před proudovým chráničem). Podotýkáme, že za transformátorem by měl být instalován buď hlídač izolačního stavu, nebo přístroj pro monitorování reziduálního proudu (oba uvedené přístroje by měly hlásit první poruchu izolace).

**Otázka 7:**

**Prosím o informaci k době odpojení v rozvodných sítích pro koncové obvody a distribuční rozvody – vše v prostředí průmyslového podniku.**

**Jaká je definice koncového obvodu – obvod, na jehož jednom konci je konkrétní spotřebič nebo podružný rozváděč napájející spotřebiče?**

**Jaká je definice distribučního obvodu – je to obvod, který např. propojuje zdrojovou rozvodnu (obvod napojený z distribučního rozváděče transformátoru provozní rozvodny, který napájí další podružnou rozvodnu, z níž již jsou napojeny konkrétní spotřebiče a podružné rozváděče spotřebičů)?**

**Je doba odpojení nepřesahující 5 s (podle ČSN 33 200-4-41 ed. 2, čl. 411.3.2.2, 411.3.2.3) povolena pro distribuční obvody a ostatní koncové obvody, které překračují 32 A?**

**Odpověď 7:**

Nevíme přesně, ke které normě je výklad požadován. Podle našeho názoru je v ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007 požadavek na doby odpojení již zcela jasný. Tam je v čl. 411.3.2.2 stanoveno, že maximální doba odpojení stanovená v tabulce 41.1 platí pro koncové obvody, které nepřekračují 32 A. Budete-li tedy mít koncový obvod (to znamená obvod, který se již dále nevětví na další obvody a který je určen přímo pro napájení elektrických zařízení) jištěný pojistkou nebo jističem, jejichž jmenovitý proud je nejvýše 32 A (hodnotě 32 A může být jejich proud maximálně roven), platí pro tento obvod, že doba odpojení musí odpovídat tabulce 41.1 této normy.

Další články 411.3.2.3 a 411.3.2.4 předepisují doby odpojení pro distribuční obvody a pro obvody, pro které neplatí předchozí článek 411.3.2.2. To znamená, že pro koncové obvody, které jsou jištěny jisticími prvky (pojistkami a jističi), jejichž jmenovitý proud je větší než 32 A, platí delší doby odpojení (pro síť TN je to do 5 s včetně, pro síť TT je to do 1 s včetně). Tytéž delší doby odpojení platí pro tzv. distribuční obvody, tj. obvody jiné než koncové (obvody, ze kterých jsou další, především koncové obvody napájeny), bez ohledu na to, jak jsou jištěny (jejich jištění může být i menší než 32 A).

☒