

Ohlédnutí za 47. aktivem revizních techniků elektrických zařízení

Miroslav Šnobl, revizní technik,
člen rady Sekce elektrotechniků Středočeského kraje

Začátkem února se v prostorách VŠE Praha uskutečnil již 47. aktiv revizních techniků elektrických zařízení, připravený agenturou UNIT, s. r. o., Pardubice. Osobně jsem měl možnost vystoupit s příspěvkem na téma *Problematika projektů elektrických zařízení v praxi revizního technika*.

Zapojení jednofázových zásuvek

Část příspěvku byla věnována instalacím v souladu s ČSN 33 2130 ed. 2. a ČSN 332000-5-52, konkrétně jde o zapojení zásuvek do společných rámečků a o zapojení do sdruženého obvodu.

Zapojení jednofázových zásuvek v souladu s ČSN 33 2130 ed. 2, čl. 7.7.8., odrážka třetí, si lze vysvětlit více způsoby. Zmíněný článek doslovně zní:

Vícenásobná zásuvka se považuje za jeden zásuvkový vývod. Také několik zásuvek zapojených ve společném zásuvkovém obvodu a umístěných ve společném vícenásobném montážním rámečku se považuje za jeden zásuvkový vývod. Zásuvky ve společném vícenásobném rámečku nesmí být zapojeny do více než jednoho obvodu. Ostatní místnosti, jako předstíň, spíže, komory apod., nemusí mít zásuvku, avšak zásuvka musí být aspoň v jedné sousední místnosti, aby bylo možné v případě potřeby použít pohyblivých spotřebičů (např. vysavače, leštiče parket apod.).

Popíši podrobněji, jak si slova zmíněného článku vysvětlují já a drtivá většina kolegů. V textu se bude stále opakovat slovo jednofázové, jednofázových apod., pro pochopení podstaty článku je to důležité.

Věta první: *Vícenásobná zásuvka se považuje za jeden zásuvkový vývod.* Jednofázovou vícenásobnou zásuvkou chápu, stejně jako kolegové, např. dvojzásuvku. Dvojzásuvka je konstrukčně, již z výroby, uspořádána tak, že obě jednofázové zásuvky jsou spojeny pevně (propojovací lištou), nelze je oddělit bez použití nástroje, jen narušením konstrukce. Můžeme tedy na jeden jednofázový zásuvkový obvod připojit až deset dvojzásuvek. Máme možnost připojit dvacet jednofázových spotřebičů do hodnoty jistištění 16 A jednofázově.

Věta druhá: *Také několik zásuvek zapojených ve společném zásuvkovém obvodu a umístěných ve společném vícenásobném montážním rámečku se považuje za jeden zásuvkový vývod.* Z mého pohledu lze tuto větu vysvětlit více způsoby.

Způsob první: Jestliže výrobce distribuuje jednofázové zásuvky konstrukčně propojené jako vícenásobné zásuvky, např. tří- nebo pětizásuvky apod. (dále jen vícenásobné zásuvky), chápu (i když velice nerad) výklad některých kolegů, že zmíněná více-

násobná zásuvka je jeden zásuvkový vývod. Když toto tvrzení převedu do praxe, může elektrikář, který instaluje jednofázové zásuvky do stavby, použít kabel a deset kusů vícenásobných zásuvek konstrukčně propojených z výroby. Dopočítám se minimálně padesáti možnostmi připojení jednofázových spotřebičů. Z výkladu některých kolegů mi dále vychází, že vše mohu zapojit, pomínu-li ostatní jednofázové zásuvkové vývody podle ČSN 33 2130 ed. 2, tabulka 6, na jeden jednofázový zásuvkový obvod jistištěm 16 A. Jestliže elektrikář instaluje v každé místnosti jeden jednofázový vícenásobný zásuvkový vývod zapojený na stejný jednofázový obvod, nemusí si již s dalšími jednofázovými zásuvkovými obvody ve stavbě lámat hlavu, vše zapojí na jeden jednofázový zásuvkový obvod, na jeden jistič (samozřejmě přes chránič 30 mA, mimo obvody chránič nevyžadující), tím pádem ušetří i více modulů v rozváděči. Vracíme se tak do doby, kdy na stěně visela dřevěná přístrojová deska, na které byl jeden jednofázový jistič prvek, a napájeny byly všechny zásuvky ve stavbě. V té době bylo ovšem zásuvek i spotřebičů podstatně méně.

Způsob druhý: Sestavím-li vedle sebe instalační krabice, do kterých zapojím např. pět jednofázových zásuvek propojených vodičem (ne propojovací lištou z výroby), podle některých kolegů zapojím jeden jednofázový zásuvkový vývod, který mohu zapojit na jeden jednofázový zásuvkový obvod. Pozorný čtenář pochopí, že potud jsem popsal úplně stejnou situaci jako u prvního způsobu. Na první pohled to tak vypadá, ale na ten druhý už je zmíněné zapojení o něčem jiném. Jednofázové zásuvky zapojené takzvaným smyčkováním (při montáži, ne ve výrobě) na jeden jednofázový zásuvkový vývod po např. pěti jednotlivých kusech již nejsou konstruovány jako vícenásobné jednofázové zásuvky pevně propojené z výroby instalační lištou, ale musíme je propojit vodiči, a tím jsme pouze smyčkováním propojili každou jednu jednofázovou zásuvku v sestavě pěti instalačních krabic. Jinými slovy, každá jedna jednofázová zásuvka je jeden jednofázový zásuvkový vývod, stejně jako když zapojujeme smyčkováním několik jednotlivých jednofázových zásuvek každou samostatně v jedné instalační krabici připojené na jeden jednofázový zásu-

kový obvod. Každá z jednotlivých jednofázových zásuvek může být např. v jiné místnosti. Pokusil jsem se, poměrně složitě, čtenářům nastínit situaci zapojení jednofázového zásuvkového vývodu tvořeného vícenásobnými, z výroby konstruovanými, zásuvkami a zapojení jednofázového zásuvkového vývodu vytvořeného smyčkováním jednotlivých jednofázových zásuvek do vícenásobné zásuvky. Osobně si myslím, že to není konstrukčně totéž, v prvním případě se jedná o nerozebíratelný spoj (rozebíratelný pouze devastací) a ve druhém případě o spoj rozebíratelný. V prvním případě zapojujeme jeden jednofázový zásuvkový vývod o např. pěti možnostech připojení spotřebičů připojený na jeden jednofázový zásuvkový obvod. V případě druhém jsme smyčkováním zapojili např. pět jednotlivých jednofázových zásuvek do pěti zásuvkových vývodů zapojených na jeden jednofázový zásuvkový obvod, na kterém je zapojeno maximálně deset jednofázových zásuvek vložených do pětirámečku. Můžeme tedy zapojit maximálně dva pětirámečky na jeden jednofázový zásuvkový obvod. V případě zapojení s vícenásobnými zásuvkami (z výroby) máme nejméně padesát možností připojení spotřebičů. Bylo mi navrženo opoujícími kolegy, že mám při práci s normami používat zdravý rozum, myslím, že v konkrétním případě byla rozvaha namístě.

Věta třetí: *Zásuvky ve společném vícenásobném rámečku nesmí být zapojeny do více než jednoho obvodu.* Klíčovým slovem této věty je slovo *obvodu*. Znění věty mi neříká, do jakého obvodu, zda jednofázového, či třífázového. Zde mám vysvětlení třetího způsobu zapojení. Podle ČSN 33 2000-5-52 čl. 520.N4.3 mohu jednofázové zásuvky spojené smyčkováním do vícenásobného montážního rámečku zapojit na obvod třífázový neboli sdružený.

Článek 520.N4.3 ČSN 33 2000-5-52 říká:

Dva nebo tři jednofázové obvody stejného charakteru (např. 2 nebo 3 světelné obvody) (pozn. autora: text v závorce je jen příklad, mohu použít i pro zapojení zásuvek), s krajními vodiči rozdílných fází lze sloučit do sdružených obvodů se společným středním N a ochranným PE nebo jen s PEN vodičem za těchto podmínek:

a) *střední, ochranný a PEN vodič se dimenzuje jako fázový nebo krajní vodič; kromě toho musí být splněno ustanovení 546.2 ČSN 33 2000-5-54 (pozn. autora: v ČSN 33 2000-5-54 ed. 2. září 2007 článek 546.2. neexistuje, v této ČSN se hovoří o článku 546.2 příloha NC),*

- b) spotřebiče mají být připojeny tak, aby jednotlivé fáze sdruženého obvodu byly stejně zatíženy,
- c) pojistky nebo jističe vedení musí být v rozváděči seskupeny do trojic, které patří témuž sdruženému obvodu, přičemž je nutno, aby v rozváděči byly jednotlivé obvody (pojistky, jističe) označeny trvalým a čitelným štítkem, na kterém kromě označení jednofázového obvodu je nutno uvést označení sdruženého obvodu,
- d) všechny vodiče sdruženého obvodu až k rozbočení na jednofázové odbočky musí být ve společném několikažilovém vodiči nebo kabelu; jsou-li z jednotlivých vodičů, musí být tyto vodiče ve společném obložení (trubce, dutině apod.),
- e) do sdruženého obvodu musí být vřazen přístroj (spínač, jistič, stykač apod.), jímž lze vázaně vypnout všechny krajní vodiče sdruženého obvodu, a teprve za tímto přístrojem je pak možno vypínat jednotlivé fáze,
- f) odbočování u jednotlivých fází sdruženého obvodu lze provést v jedné krabici (rozvodce).

Po přečtení podmínek třetího způsobu zapojení si možná čtenář položí otázku:

„Jak se v tomto způsobu zapojení vypořádáme s tzv. harmonickým znečištěním sítě od jednofázových zátěží?“ (podmínka b). Mám na mysli proudy tekoucí středním vodičem při různých typech a kombinacích připojených jednofázových zátěží. Střední vodič plní v síti důležitou funkci, jak u třífázových, tak u jednofázových sítí, proud tekoucí přes střední vodič se vrací zpět do středu zdroje elektrické energie, součet okamžitých hodnot proudů všech vodičů vedení se rovná nule. Ve skutečnosti středním vodičem protéká malý proud z důvodu nemožnosti výroby absolutně souměrného třífázového spotřebiče.

Symetrické a nesymetrické zátěže sítě

Třífázové spotřebiče mohou elektrickou síť zatěžovat dvojným způsobem, a to v podobě symetrické a nesymetrické zátěže. Symetrickou zátěží je např. elektrické topení, spotřebič tvořený stejnými rezistory spojenými tak, aby odebíral stejný proud ve všech fázích (efektivní hodnotu proudu, úhlové natočení proudů tekoucích jednotlivými fázemi je při odporové zátěži dáno úhlovým natočením fázorů napětí). Nerovnoměrný odběr proudů v jednotlivých fázích způsobuje nesymetrickou zátěž sítě. Tuto zátěž způsobují jednofázové spotřebiče se spínanými zdroji (počíta-

če, zářivky), které odebírají nesinusový proud, zamořují elektrickou síť vyššími harmonickými, deformují sinusový průběh napájecího napětí. Proud ve středním vodiči může být až 1,73krát větší, než je proud ve fázovém vodiči při maximálním nesymetrickém zatížení sítě. Může se tedy za určitých okolností stát, že se přetíží pouze střední vodič. Výsledný proud tekoucí středním vodičem je ovlivněn charakterem připojených zátěží. Při dimenzování vodičů a kabelů je nutné brát v úvahu sčítání proudů ve středním vodiči a vedení navrhnout tak, aby nedocházelo k přetěžování v důsledku přehřívání jednotlivých fázových vodičů, popř. vodiče středního. Jinými slovy, projektant by měl mít dobré znalosti a zkušenosti s dimenzováním středních vodičů, s kvalitou elektrické energie v podobě násobků tří, výskytem proudů řádu harmonických, které jsou násobky třetí harmonické. Zatížitelnost kabelu je omezena hodnotou tepla vytvořeného proudem a hodnotou tepla, které může být vyzářeno kabelovou konvencí (schopností vyzářovat tepelné záření). Tyto aspekty společně omezují pracovní teplotu kabelu, která nesmí překročit 70 °C pro izolaci z PVC a 90 °C pro izolaci z XLPE. V důsledku výskytu harmonických ve středním vodiči dochází ke generování většího tepla, proto je nutné při výběru průřezu kabelu s touto skutečností počítat. V případě nesinusového proudu by měl střední vodič mít nejméně stejný průřez jako vodiče fázové. Při výpočtu zatížitelnosti kabelu se čtyřmi nebo pěti žilami, kde proud ve středním vodiči závisí na harmonických, se násobí standardní proudová zatížitelnost kabelu korekčním faktorem. Pro fázový proud obsahující 15 % nebo méně harmonických norma nedoporučuje zvětšení průřezu středního vodiče. Lze předpokládat, že ve středním vodiči bude až do 45 % fázového proudu, a vzrůstu tepla o 6 %, srovnatelný s klasicky dimenzovaným kabelem. Vzniklý nárůst lze tolerovat mimo kabely instalované v místech s malou ventilací, v místech s jinými tepelnými zdroji nebo v případě omezeného prostoru. Pro fázový proud sestávající z 15 až 33 % harmonických můžeme očekávat, že proud středního vodiče bude podobný fázovému proudu a kabel musí být přepočten s faktorem 0,86, to znamená, že pro proud 20 A by měl být vybrán kabel se zatížitelností 24 A. Pravděpodobně nejpřímější způsob je nezávislé dimenzování středního vodiče, kde je důležité mít na paměti, že teplotní charakteristika a reaktance v obvodu závisí na relativní pozici vodičů. Při dimenzování středního vodiče by se mělo ještě počítat s těmito aspekty:

- je-li kabel ve skupině s dalšími kabely, větší proud v něm tekoucí (harmonický proud ve středním vodiči) produkuje více tepla, a tím působí nepříznivě na ostatní kabely,
- pokles napětí ve středním vodiči způsobený všemi harmonickými způsobí harmonické napěťové zkreslení ve všech fázích napájecí sítě. V tomto případě je nutné u kabelů vedoucích na větší vzdálenosti zvětšit průřez vodičů v těchto kabelech.

Závěr

Z uvedeného vyplývá, že každý elektrotechnik, ať praktik nebo teoretik, si vysvětluje literu norem a předpisů trochu jinak. Kombinační články souvisejících norem jsem poslal svůj náhled na problematiku zapojení jednofázových zásuvek a na následné připojení jednofázových spotřebičů na síť. Samozřejmostí by měla při navrhování elektroinstalace být součinnost investora se schopným, problematiky znalým projektantem a montážní firmou, která bude dílo realizovat. Jestliže investor v předprojektovém řízení nezná předpokládané připojení spotřebičů v objektu, nemůže projektant dostatečně objektivně vyhodnotit proudovou zatížitelnost, velikost rozváděčů, průřezy kabelů a mnoho jemu neznámých skutečností. Stavební úřady ve valné většině nerespektují § 121 a jiné stavebního zákona (zákon 183/2006 Sb.), který výslovně nařizuje s žádostí o kolaudační řízení předložit projektovou dokumentaci skutečného provedení stavby, včetně elektroinstalace a ostatních instalací ve stavbě. Kolaudační řízení proběhne s kladným výsledkem i s nevyhovující projektovou dokumentací pro ohlášení stavby. Elektrotechnika je velmi široký, rozmanitý a krásný obor, pro jehož zvládnutí je potřebné se neustále vzdělávat. Elektrotechnik by měl čerpat informace jak praktické, tak i teoretické, na základě získaných informací se snažit skloubit praxi s teorií. Z publikovaného článku je patrné, jak je při navrhování i vlastní realizaci díla důležitá práce s normami a při jejich výkladu používání zdravého, nebojím se použít termín *selského* rozumu. Revizní technik by si měl uvědomit, že podpisem revizní zprávy má poslední odborné slovo při realizaci díla, resp. při jeho uvedení do provozu. Projektant, investor ani montážní firma nenesou kůži na trh v takovém rozsahu jako revizní technik. Rozšiřovat znalosti by měl každý elektrotechnik hlavně samostudiem. Učit se, učit se, to již prohlásil jeden nechalně proslulý velikán z Východu...

