

# Ochranné pospájanie v praxi

Ing. Igor Maas, elektrotechnik špecialista pre vykonávanie odborných prehliadok a odborných skúšok elektrických zariadení

Príspevok sa zaoberá niektorými nedostatkami pri projektovaní a inštalácii ochranného pospájania, ktoré autor zistil pri pravidelných odborných prehliadkach a odborných skúškach (OPaOS).

Norma STN 33 2000-4-41:2000 Elektrické inštalácie budov. Čast 4: Zaistenie bezpečnosti. Kapitola 41: Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom, článkom č. 413.1.2.1 zaviedla do praxe hlavné pospájanie a hlavnú uzemňovaciu svorku.

Hoci išlo o novinku v názvosloví a usporiadaní inštalácie, absolútna novinka to nebola, lebo niektoré podobné požiadavky, ako sú v uvedenom článku (súčasný názvoslovie a požiadavky pozri ďalej), obsahovala aj ČSN (STN) 34 1010 účinná v rokoch 1965 – 2000, kde bolo v čl. 73 písmeno e) ustanovenie: „Ak sa v obvode rozvodnej siete alebo v objekte s el. zariadením vyskytnú zvlášť dobré uzmenenia (napr. kovové konštrukcie budov, vodovodné potrubie apod.), musia sa spojiť s nulovacím vodičom ...“.

V roku 2007 vydaná STN 33 2000-4-41 zmenila názov spomínaného pospájania a zmenený bol aj text článku, ktorý sa ochranným pospájaním zaoberá. V súčasnosti sa pre toto pospájanie používa termín „ochranné pospájanie“ a v článku 411.3.1.2 STN 33 2000-4-41 je preň o.i. predpísané: „V každej budove musí byť k ochrannému pospájaniu pripojený uzemňovací vodič, hlavná uzemňovacia svorka/prípojnicia a nasledujúce vodivé časti:

- kovové potrubia napájajúce technické zariadenia budov, napríklad plyn, voda,
- konštrukčné cudzie vodivé časti, ak sú prístupné pri normálnom používaní, kovové systémy ústredného kúrenia a klimatizácie,
- kovové armatúry železobetónovej konštrukcie, ak sú armatúry prístupné a spoľahlivo prepojené.

Ak takéto vodivé časti prichádzajú zvonka do budovy, musia byť navzájom spojené vnútri budovy tak blízko od miesta vstupu, ako je to možné. Vodiče na ochranné pospájanie musia vyhovovať HD 60364-5-54.“

V citovanom článku (na rozdiel od STN 33 2000-4-41:2000) nie je už žiadna zmienka o ochrannom vodiči, ale že je na ochranné pospájanie pripojený, vyplýva napr. aj z STN 33 2000-5-54:2008 (pozri ďalej).

Otázna je však zmena názvu, lebo názov „ochranné pospájanie“ (bez ďalšieho spresnenia) môže viesť k neprehľadnosti. Podľa STN IEC 60050-195 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 195: Uzemňovanie a ochrana pred úrazom elektrickým

prúdom, čl. 95-01-15 je: „Ochranné pospájanie: Pospájanie na zaistenie bezpečnosti.“ To znamená, že sa pre označenie pospájania uvedeného v čl. 411.3.1.2 používa všeobecný termín bez bližšej špecifikácie. Pritom sa v STN 33 2000-4-41 okrem ochranného pospájania spomínaného v čl. 411.3.1.2 vyskytujú viaceré pospájania slúžiace na zaistenie bezpečnosti a k nim prislúchajúce vodiče pospájania, napríklad:

- doplnkové ochranné pospájanie (čl. 415.2);
- neuzemnené miestne pospájanie (čl. C.2), ktoré by sa pri striktnom dodržaní názvoslovia malo nazývať: „Neuzemnené miestne ochranné pospájanie“;
- spojenie izolovanými neuzemnenými vodičmi pospájania (v súvislosti s elektrickým oddelením v čl.C3.4). Presnejšie by malo byť: „Spojenie izolovanými neuzemnenými vodičmi ochranného pospájania“;
- sústava pospájania v súlade s C3.4. (čl C3.5). Aj tu by malo byť: „Sústava ochranného pospájania v súlade s C3.4“.

Čiže termín ochranné pospájanie sa vyskytuje (alebo by sa – pri dodržaní správneho názvoslovia – mal vyskytovať) v súvislosti s viacerými ochrannými opatreniami a tieto „ochranné pospájania“ nie sú v STN 33 2000-4-41 (okrem doplnkového ochranného pospájania) dôsledne rozlíšené. Za týchto okolností by iste bolo prehľadnejšie, keby sa ochranné pospájanie spomínané v čl. 411.3.1.2 nazývalo napríklad „hlavné ochranné pospájanie“.

K prehľadnosti neprispieva ani STN 33 2000-5-54, lebo termín „ochranný vodič“, ktorý je (podobne ako ochranné pospájanie) všeobecným termínom, používa nie vždy s bližšou špecifikáciou. Pritom v čl. 543.2.1 ako druhý ochranných vodičov uvádza ich rozdelenie prakticky iba podľa konštrukcie vedení, ktorých sú súčasťou.

Ak by norma spresnila názvy ochranných vodičov a rozdelila ich aj podľa účelu, tak by to iste pomohlo. Napríklad: v norme je použitý siahodlhý (aj keď presný) názov: „vodič na ochranné pospájanie určený na doplnkové pospájanie“. Je zaujímavé, že napr. STN 33 2000-6 sa tomuto siahodlhému názvu vyhla a v článku 61.3.2 hovorí (jednoducho) o vodičoch na doplnkové pospájanie. Ak by sa zaviedlo rozdelenie ochranných vodičov podľa účelu, napr. na vodiče na hlavné ochranné pospájanie, vodiče na doplnkové pospájanie, ochranné vodiče na ochranu pri poruche atď., tak by sa v texte mohlo používať označenie: vodiče hlavného pospájania, vodiče doplnkového pospájania, vodiče na ochranu pri poruche atď. Že to možné je, naznačuje spomínaná STN 33 2000-6.

**Prvým nedostatkom**, s ktorým sa pri OPaOS ochranného pospájania (aj celej elektrickej inštalácie) možno stretnúť a z ktorého zrejme vyplýva väčšina ostatných nedostatkov, je nekvalitná, nekompletná alebo úplne chýbajúca dokumentácia. Stále častejšie sa stáva, že pri OPaOS sú k dispozícii (ak vôbec) iba jednopólové schémy rozvodných zariadení, prípadne ako výkres skutočného vyhotovenia je označený každý výkres, ktorý má aspoň z diaľky normalizovaný formát.

Ochranné pospájanie je jednou z najdôležitejších častí el. inštalácie a fakt, že neexistuje k nemu žiadna dokumentácia, resp. že celá problematika ochranného pospájania je vybavená v technickej správe vetou: „na ochranné pospájanie sa pripoja ...“, svedčí o odbornej úrovni nielen projektanta, ale aj investora a ak to revízny technik nevytkne, tak aj revízneho technika.

Preto je účelné zopakovať, že dokumentácia ochranného pospájania má prinajmenšom obsahovať:

- výkres trás vodičov, ich uloženie, dimenzie, farebné značenie, označenie vedení a miesta pripojenia na predpísané vodivé časti;
- spôsob pripojenia na časti uvedené v predchádzajúcom bode, t.j. druhy a dimenzie príslušných svoriek prípadne ich príslušenstva;
- dimenziu a spôsob vyhotovenia hlavnej uzemňovacej svorky/prípojnice (ďalej len HUS), pričom je vhodné počítať s rezervnými miestami pre pripájanie, jej umiestnenie a označenie.

**Pre úplnosť:** Dimenzie a spoje ochranných vodičov rieši STN 33 2000-5-54 (pozri ďalej), ich farebné značenie je v STN EN 60446, uloženie v STN 33 2000-5-52. Z trasy vedenia na výkrese musí byť zrejme, v ktorom priestore a pri rozsiahlejších priestoroch aj v ktorej jeho časti, je vodič pripojený k chránenému zariadeniu a po vyhotovení inštalácie musí byť jeho označenie v súlade s výkresom a musí byť z neho jednoznačne jasné, že ide o začiatok a koniec toho istého vodiča. Z toho ďalej vyplýva, že označenie typu: „voda“ je akceptovateľné, iba keď je aj na druhom konci vodiča a nie iba pri HUS, lebo potrubia, na ktoré sú vodiče pripojené, sú veľmi často neoznačené, sú nad podhľadmi a s ich identifikáciou bývajú značné problémy. (Nevedno, čo a komu bráni, aby sa pri označovaní týchto vodičov riadil podobnými pravidlami, aké sa používajú pri označovaní káblov).

**Na záver tejto časti:** Problému je venovaný taký priestor preto, lebo zatiaľ sa pre kvali-

fikáciu revízieho technika nevyžadujú stopárske ani jasnovidcké schopnosti a bez úplnej a kvalitnej dokumentácie skutočného vyhotovenia inštalácie je často nemožné vykonať jej kompletnú a korektnú OPaOS.

**Druhým problémom**, na ktorý možno pri OPaOS naraziť, je vyhotovenie a umiestnenie HUS a pripájanie vodičov k nej – pozri obr. 1, na ktorom je vidno väčšinu nevhodných riešení vyskytujúcich sa v praxi.



Obr. 1. Nie veľmi vhodné umiestnenie HUS

Obr. 1 ukazuje, ako sa umiestnenie HUS (na čelnej stene vľavo hore) nemá riešiť a ako sa privody k nej nemajú inštalovať:

1. HUS nie je označená. V tomto prípade to je to o to dôležitejšie, že pri revízii sa našla vo vzdialenejšej časti objektu podobná prípojnice, na ktorú boli pripojené vodič PEN, potrubia vody, ÚK, kovový káblový žlab, uzemňovací vodič a vodiče doplnkového ochranného pospájania.
2. Umiestnenie HUS vo výške cca 3 m od podlahy v pomerne stiesnených podmienkach nie je ideálne pre pravidelné odpájanie vodičov a meranie ich spojitosti. Hlavný rozvádzač (RH) je ca 1 m ďaleko a pri vhodnom konštrukčnom riešení RH mohla byť HUS jeho súčasťou.
3. K tomu, aby sa dal uzemňovací vodič (FeZn Ø 8 mm) z HUS odpojiť (vytiahnuť zo zdierkovej svorky), bolo ho nutné z roštu demontovať.
4. Na obr. 1 vidno, že uzemňovací vodič je po celej svojej trase vodivo spojený s káblovým roštom. Nie je však vidno, že vedenie na rošte je cca do výšky 1,5 m od podlahy chránené krytom pred mechanickým poškodením. Tento kryt bolo tiež potrebné demontovať a overiť, že káblový rošt nie je spojený so žiadnou neživou alebo cudzovou vodivou časťou. V praxi sa totiž dosť často stáva, že takýto rošt je nerozoberateľne vodivo spojený s kovovými podperami rúr vody, ÚK a pod., prípadne náhodne spojený s rôznymi konštrukciami, ktoré sú spojené s ochranným vodičom a pod., a pritom jediným rozoberateľným miestom je iba HUS,

t.j. uzemňovací vodič nemá osobitnú uzemňovaciu (skúšobnú) svorku. V takom prípade sa – pre overenie spojitosti, ale aj pre meranie odporu uzemnenia – musí vodič po celej dĺžke z roštu odpojiť, čo sa nie vždy dá a potom je korektné meranie spojitosti prípadne odporu uzemnenia nemožné.

V STN 33 2000-5-54:2008 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-54: výber a stavba elektrických zariadení. Uzemňovacie sústavy, ochranné vodiče a vodiče na ochranné pospájanie sa v čl. 542.4.1 o. i. píše: „V každej inštalácii, v ktorej sa použije ochranné pospájanie, musí sa zriadiť hlavná uzemňovacia svorka, s ktorou sa musia spojiť:

- vodiče na ochranné pospájanie,
- uzemňovacie vodiče,
- ochranné vodiče,
- vodiče na funkčné uzemnenie, ak sa vyžadujú.

*Poznámka 1: Nie je zámerom pripojiť každý jednotlivý ochranný vodič priamo na hlavnú uzemňovaciu svorku, ak sú tieto vodiče pripojené na túto svorku cez iné ochranné vodiče.“*

Na predchádzajúci článok nadväzuje čl. 542.4.2 teže normy, kde je uvedené: „Každý vodič pripojený na hlavnú uzemňovaciu svorku sa musí dať samostatne odpojiť. Tento spoj musí byť spoľahlivý a rozpojiteľný iba pomocou nástroja.

*Poznámka: Takýto prostriedok na odpojenie možno vhodne kombinovať s hlavnou uzemňovacou svorkou tak, aby bolo možné merať odpor uzemňovacej sústavy.“*

Autor nie je kompetentný robiť výklad noriem, ale v súvislosti s týmito článkami upozorňuje:

- a) z článkov nevyplýva, že HUS nemôže byť súčasťou rozvodného zariadenia, napríklad hlavného rozvádzača (pozri aj komentár k obr.1);
- b) použitie poznámky 1 k čl. 542.4.1 môže viesť k rôznym „zaujímavým“ riešeniam, napríklad: ak je privod do hlavného rozvádzača objektu (RH) CYKY 4 × 120 mm<sup>2</sup>, tak by jeho pripojenie na HUS z RH malo byť (podľa tab. 54.3 STN 33 2000-5-54) vyhotovené minimálne vodičom s prierezom Cu jadra 70 mm<sup>2</sup>, lebo (prísne vzaté) ide o ochranný vodič pripojený na HUS a nie o vodič ochranného pospájania. Ak sa však pripojí „cez iné ochranné vodiče“, napr. cez ochranný vodič podružnej rozvodnice napájanej z RH káblom CYKY 5 × 4 mm<sup>2</sup>, ktorá môže byť k HUS bližšie, tak pre takéto pripojenie, podľa uvedenej tabuľky, postačí vodič s prierezom Cu jadra 4 mm<sup>2</sup>. Inými slovami sa tu žiada, aby bola norma konkrétnejšia a hovorila napr. o tom, že pripojiť na HUS treba (v prvom rade) ochranný vodič privodu do objektu a to priamo a nie prostredníctvom „iných ochranných vodi-

čov“. Preto, že to norma neuvádza, treba rozhodnúť, ktoré z riešení je správne. Názor autora je, že ani jedno. Názor sa opiera o definíciu hlavnej uzemňovacej svorky/ prípojnice, ktorá je v STN 33 2000-5-54, čl. 541.3.2: „Hlavná uzemňovacia svorka (hlavná uzemňovacia prípojnice): svorka alebo prípojnice, ktorá je súčasťou uzemňovacej sústavy elektrickej inštalácie; umožňuje elektrické pripojenie niekoľkých vodičov z dôvodu uzemnenia.“

A v takomto prípade autor nevidí dôvod pripájať na HUS ochranný vodič väčšej dimenzie, ako je pripojený uzemňovací vodič. Presnejšie povedané: treba použiť takú dimenziu ochranného vodiča, aby jeho vodivosť na jednotku dĺžky nebola menšia ako vodivosť uzemňovacieho vodiča na tú istú jednotku dĺžky. Samozrejme pri rešpektovaní ostatných ustanovení STN 33 2000-5-54.

Tento bod možno uzavrieť konštatovaniami:

- je nedostatkom normy, ak umožňuje dve diametrálne odlišné riešenia a obe nesprávne;
- je nedostatkom normy, ak sa k technicky správnejmu riešeniu treba dopracovať uvedeným postupom, z ktorého aplikáciou sa zatiaľ autor v praxi nestretol;

c) ak by čitateľ chcel uplatniť poznámku 1 k čl. 542.4.1 pre vodiče na ochranné pospájanie, tak treba byť nadmieru opatrný a pri projektovaní aj pri realizácii treba zohľadniť, že STN 33 2000-6:2007 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 6: Revízia v čl. 61.3.2 predpisuje skúšku spojitosti vodičov na ochranné pospájanie a vodičov na doplnkové pospájanie. To pri overovaní pripojenia na HUS znamená: odpojiť z HUS príslušný vodič, napr. ten, ktorým je pripojené potrubie ústredného kúrenia (ÚK) a vhodným spôsobom zistiť jeho spojitost. Takýto postup je nevyhnutný preto, lebo prakticky v každej inštalácii existuje viacero „náhodných“ spojení medzi ochranným vodičom (a teda aj medzi HUS) a rôznymi potrubiami, napr.: potrubie ÚK je s ochranným vodičom bežne spojené cez obehové čerpadlo, plynové potrubie (aj potrubie ÚK) cez plynový kotol ÚK, vodovodné potrubie cez el. ohrievač vody atď. Podobne môžu byť rôzne potrubia „náhodne“ spojené cez kovovú podperu, na ktorej sú uložené a pod.

Z toho tiež vyplýva, že text poznámky v čl. 542.4.2 by mal správnejšie znieť: „Takýto prostriedok na odpojenie možno vhodne kombinovať s hlavnou uzemňovacou svorkou tak, aby bolo možné merať odpor uzemňovacej sústavy a spojitost ochranných vodičov.“

**Ďalším problémom**, ktorý úzko súvisí s predchádzajúcou časťou, je dimenzovanie vodičov ochranného pospájania a pripájanie ochranných vodičov na HUS. Ochrannými vodičmi sa zaoberá STN 33 2000-5-54 kapitola 543 a o ochranných vodičoch na ochranné pospájanie sa píše v kap. 544. Pre vodiče na ochranné pospájanie určené na pripojenie na hlavnú uzemňovaciu svorku je v čl. 544.1.1 uvedené: „Prierez vodičov na ochran-

né pospájanie, ktoré sú určené na ochranné pospájanie podľa článku 411.3.1.2 z HD 60364-4-41 (poznámka autora: tento HD je obsiahnutý v STN 33 2000-4-41:2007. Príslušný článok pozri vyššie) a ktoré sú pripojené na hlavnú uzemňovaciu svorku podľa 542.4, nesmú mať prierez menší ako:

- 6 mm<sup>2</sup> meď, alebo
- 16 mm<sup>2</sup> hliník, alebo
- 50 mm<sup>2</sup> oceľ.“

Ako ochranný vodič alebo vodiče na ochranné pospájanie sa – podľa čl. 543.2.3 – nemôžu použiť nasledujúce kovové časti:

- kovové vodovodné potrubie,
- potrubia obsahujúce horľavé plyny alebo kvapaliny,
- konštrukčné časti vystavené mechanickému namáhaniu v normálnej prevádzke,
- ohybné alebo poddajné kovové elektroinštalačné rúrky, ak nie sú skonštruované na tieto účely,
- ohybné kovové časti,
- podperné vodiče,
- káblové rošty a káblové lávky.

Ako bolo spomenuté, problémom je aj pripájanie ochranných vodičov na HUS, resp. spôsob akým sa to v niektorých prípadoch v praxi realizuje: autor nie raz zistil, že s HUS je spojená PEN prípojnice hlavného rozvádzača objektu a okrem toho sú – osobitným vodičom – pripojené na HUS aj PEN prípojnice podružných rozvodných zariadení. Vidno to aj z obr. 2, na ktorom je časť jednopólovej schémy rozvodnice RS napájanej z hlavného rozvádzača RH II a z obr. 3, na ktorom je konkrétna situácia.

Zatiaľ sa autorovi nepodarilo zistiť technickú opodstatnenosť takéhoto zapojenia, veď iste platí, že ak je v objekte sieť TN-C alebo TN-C-S a ak sa s HUS spojí (prívodný) vodič PEN tejto siete napr. v hlavnom rozvádzači objektu, tak sú s HUS – prostredníctvom ochranných vodičov svojich pripájacích vedení – zároveň spojené aj neživé časti el. zariadení objektu, ale zato sa mu podarilo zistiť možné slabiny tohto zapojenia. Vidno ich na obr. 3: na HUS je pripojená PEN prípojnice RH II a vedením CY25 aj PEN prípojnice rozvodnice RS. Z obr. 3 je zrejmé:

- cez HUS (v závislosti od jej vzdialenosti od RH II) môže z RH II tiecť do rozvodnice RS temer rovnaký prúd, ako do nej tečie z RH II cez vodič PEN jej napájacieho vedenia. Lenže podľa už uvedenej definície nie je HUS v inštalácii na to, aby cez ňu pretekali v normálnej prevádzke prúdy resp. časti prúdov k podružným rozvodniciam;
- pri pripojení viacerých rozvodníc na HUS týmto spôsobom môže dôjsť k preťaženiu spojovacieho vedenia CY25 medzi HUS a PEN prípojnicou RH II.

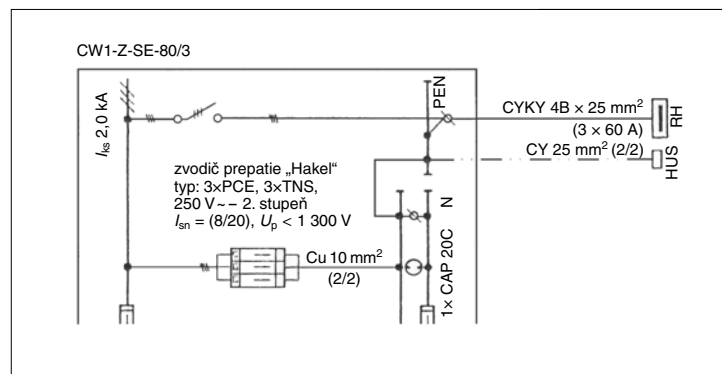
Z uvedených dôvodov je – podľa autora – takéto zapojenie nesprávne.

*Poznámka: Faktom je, že pripojením podružnej rozvodnice (RS) osobitným vo-*

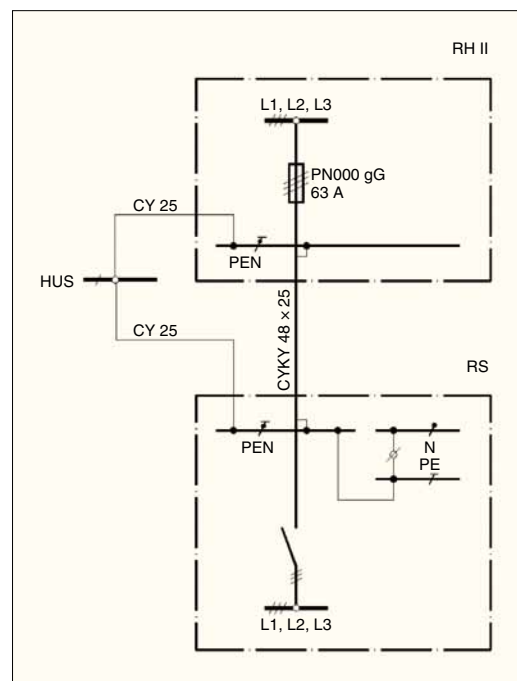
*dičom na HUS sa môže dosiahnuť menšie zaťaženie PEN vodiča prívodného vedenia k RS a súčasne sa zmenší aj impedancia poruchovej slučky tohto obvodu. Ale takýto spôsob riešenia nemožno akceptovať z už*

2005. Jednopólová schéma bola „kompletná“ dokumentácia predložená pri OPaOS rozvodnice a obvodov z nej napájaných.

*Poznámka: Vyprojektované a realizované pripojenie na HUS osobitným vodičom*



Obr. 2. Časť jednopólovej schémy podružnej rozvodnice RS inštalovanej v roku 2005



Obr. 3. Schéma konkrétnej situácie – na HUS sú pripojené PEN prípojnice RH II a osobitným vodičom aj PEN prípojnice rozvodnice RS. Kvôli prehľadnosti sú vynechané ostatné vodiče pripojené na HUS.

*uvedených dôvodov a tiež preto, že riešenie nie je v súlade s STN 33 2000-5-51, STN 33 2000-5-52, STN 33 2000-5-54, lebo takéto osobitný vodič je vlastne ďalším PEN vodičom a treba ho pripojiť do rozvádzača, z ktorého je daná podružná rozvodnica napájaná a označiť tak, aby bola zrejماً jeho príslušnosť k napájaciemu obvodu (vedeniu) podružnej rozvodnice.*

Tu možno zopakovať konštatovanie: Je nedostatkom normy, ak splnenie jej požiadavky t.j. pripojenie ochranných vodičov na HUS môže viesť až k nebezpečnej situácii.

Na obr. 2 je časť jednopólovej schémy podružnej rozvodnice RS inštalovanej v roku

*CY 25 mm<sup>2</sup> je neakceptovateľné a nemá opodstatnenie. Prívod do rozvodnice RS je istený poistkami PN000gG 3 x 63 A t.j. povolená hodnota impedancie poruchovej slučky je aj pre čas odpojenie 0,4 s nie väčšia ako 0,4 Ω (určené podľa STN 33 2000-6 čl. C.61.3.6.2.) a staršia rozvodnica, ktorá je vzdialená cca 0,5 m od RS a je tiež napájaná z RH II, má pri prívode CYKY 4B x 16 mm<sup>2</sup> skutočnú impedanciu poruchovej slučky menšiu ako 0,2 Ω. Ak by aj bolo potrebné zmenšiť impedanciu poruchovej slučky alebo zaťaženie PEN vodiča prívodu, tak pripojenie osobitným vodičom na HUS nie je správnym riešením – bližšie v texte.*

**Záver:** Z textu príspevku a z praktických skúseností vyplýva, že v STN 33 2000-5-54:2000 boli a v STN 33 2000-5-54:2008 sú nejasnosti, nepresnosti a chybné vysvetlenia resp. usmernenia. Výsledkom sú inštalácie s nesprávnymi zapojeniami a predimenzovanými resp. duplicitnými vedeniami. Druhý z týchto nedostatkov sa neraz „zdôvodňuje“ tým, že to nie je

na škodu, že to nemôže uškodiť. Nuž uškodiť to nielen môže, ale to aj uškodí investovi aj prevádzkovateľovi:

- inštalovať niekoľko desiatok metrov napr. vodiča CYA 25 ku každému rozvodnému zariadeniu iste zvýši investičné náklady pri zhotovovaní novej inštalácie a tieto náklady budú ešte vyššie, ak sa takto rieši odstraňovanie zdanlivých nedostatkov v staršej (jestvujúcej) inštalácii;
- prevádzkové náklady sú iste (aj) tým vyššie, čím je inštalácia rozsiahlejšia, komplikovanejšia a o jej nevhodnom riešení ani nehovoriac.

☒