# VPLYV DĹŽKY VEDENIA PREDLŽOVACIEHO POHYBLIVÉHO PRÍVODU NA SAMOČINNÉ ODPOJENIE NAPÁJANIA

**Rudolf Huna, Gabriel Cibira, Jana Staroňová *)**

*V článku je na príklade vysvetlená nutnosť dodržiavania odporúčaných dĺžok pohyblivých predlžovacích prívodov pre vynesené elektrické spotrebiče z mobilných elektrických prostriedkov a ich porovnanie s elektrickými nn inštaláciami v stavebných objektoch.*

## ÚVOD

Zriaďovanie mobilných elektrických prostriedkov v poľných podmienkach v súlade s bezpečnostnými predpismi (Všeob. 21-2 ŠOTD v OS SR) si vyžaduje od prevádzkovateľa (veliteľa a obsluhy) dodržanie viacerých zásad. Medzi najdôležitejšie zásady patrí:

- zabezpečenie prevádzkyschopnosti technického prostriedku elektrického,
- ochrana obsluhy (pracovníkov) pred zásahom elektrickým prúdom.

## OCHRANA PRACOVNÍKOV PRI POUŽÍVANÍ VYNESENÝCH ELEKTRICKÝCH ZARIADENÍ

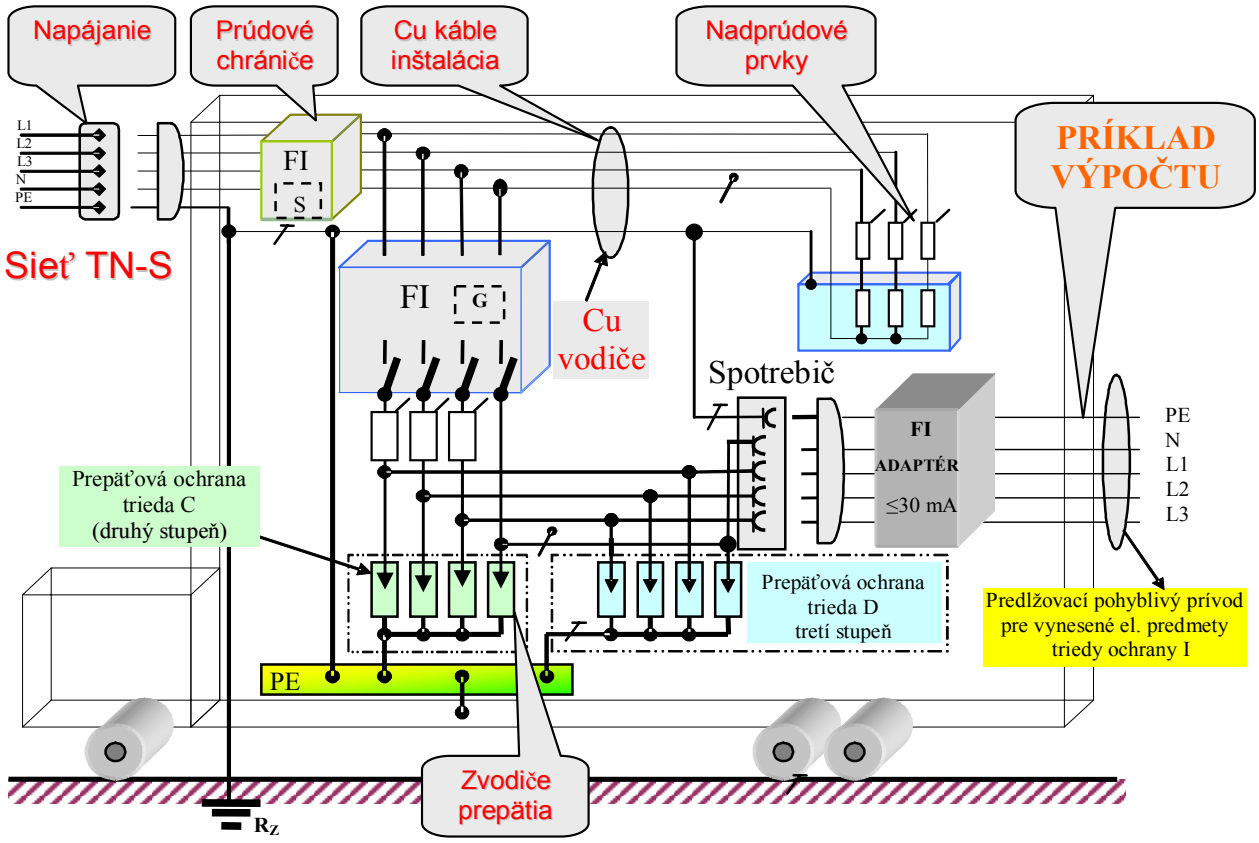
Nebezpečenstvo zásahu elektrickým prúdom pri práci s vynesenými elektrickými zariadeniami mimo mobilného prostriedku pomocou predlžovacieho pohyblivého prívodu sa ešte zvyšuje. Nedodržaním odporúčanej (resp. prípustnej) **dĺžky pohyblivého predlžovacieho prívodu** (dá sa ovplyvniť v teréne) alebo nesprávnou voľbou **istiaceho prvku podľa požadovanej vypínacej charakteristiky** (nedá sa ovplyvniť v teréne) môže dôjsť k ohrozeniu bezpečnosti obsluhy alebo samotného elektrotechnického zariadenia. Dĺžka pohyblivého predlžovacieho prívodu a A/s charakteristika istiaceho prvku môžu spôsobiť:

1. nefunkčnosť ochrany pred zásahom elektrickým prúdom (t.j. samočinného odpojenia napájania v definovanej sieti) vplyvom zmeny impedancie slučky,
2. vyradenie ochrany proti prepätiu vplyvom zmeny impedancie slučky alebo zmeny celkového odporu uzemnenia,
3. zhoršenie spoľahlivosti a prevádzkyschopnosti elektrotechnického zariadenia vplyvom poklesu napätia, alebo mechanickým zničením káblov napájania.

Z hľadiska ochrany pred zásahom elektrickým prúdom je potrebné zabezpečiť neprekročenie vypínacieho času ($t_{vyp.}$) pre samočinné odpojenie napájania pri poruche elektrického zariadenia alebo pri náhodnom dotyku so živou časťou. Ochrana samočinným odpojením napájania v poľných podmienkach (sťažené klimatické podmienky) je funkčná, ak k odpojeniu chybného obvodu od obvodu striedavého napájania dôjde skôr ako dotykové napätie prekročí hodnotu 50 V striedavých na neživých vodivých častiach. Vypnutie musí byť zabezpečené nadprúdovými ochrannými prístrojmi (ističmi, poistkami), ktoré vypínajú pri určitej hodnote vypínacieho prúdu ($I_a$), tzv. nadprúdu. Nedôležitejšími parametrami obvodu s pohyblivým predlžovacím prívodom z hľadiska samočinného odpojenia napájania sú impedancia slučky ($Z_S$) a vypínací čas ($t_{vyp.}$). Ich hodnoty by

*) **Ing. Rudolf HUNA**, Katedra elektroniky, Akadémia ozbrojených síl v Liptovskom Mikuláši, 031 19 Liptovský Mikuláš, fax: 044/552 49 59, tel: 0960 423 925, mob: 0905 358 238, e_mail: huna@aoslm.sk
**Ing. Gabriel CIBIRA**, Katedra elektroniky, Akadémia ozbrojených síl v Liptovskom Mikuláši, 031 19 Liptovský Mikuláš, fax: 044/552 49 59, tel: 0960 423 202, e_mail: cibira@aoslm.sk
**Ing. Jana STAROŇOVÁ**, Katedra elektroniky, Akadémia ozbrojených síl v Liptovskom Mikuláši, 031 19 Liptovský Mikuláš, fax: 044/552 49 59, tel: 0960 423 926, e_mail: staronova@aoslm.sk

mali byť uvedené v technickej dokumentácii mobilného elektrického prostriedku. Odporúčané sú podľa typu napájacej siete (TN, TT, IT). Problematika technickej bezpečnosti pri prevádzkovaní mobilného technického prostriedku elektrického je riešená v STN 33 2000-7-717 a vo vojenskom predpise Všeob. 21-2. Bezpečnosť a ochrana z hľadiska samočinného odpojenia napájania mobilných a stacionárnych elektrických zariadení a inštalácií je riešená aj v STN 33 2000-4-41.




Obr. 1 Pripojenie elektrických zariadení triedy ochrany I na mobilný prostriedok pomocou pohyblivých šnúrových vedení a predlžovacích pohyblivých prívodov

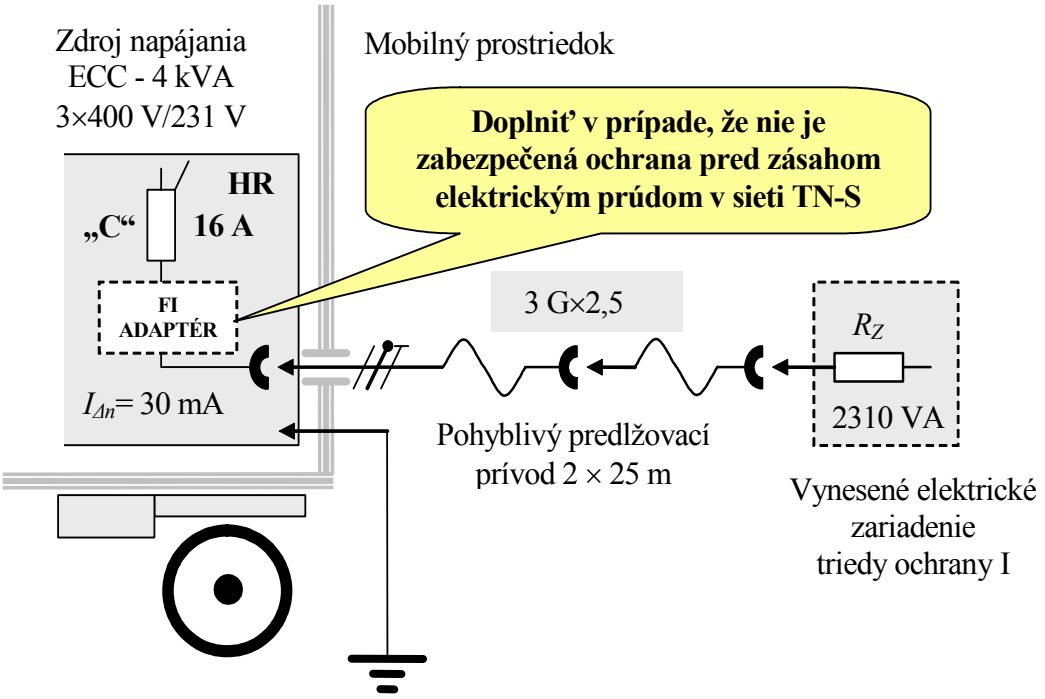
Všeobecné požiadavky istenia mobilných elektrických prostriedkov (STN 33 2000-4-41, STN 33 2000-7-717 vrátane pripojenia pohyblivých predlžovacích prívodov) sú znázornené na obr. 1.

**Technicky sa na samočinnom odpojení napájania v definovanej sieti podieľajú:**

- prierezy vodičov kábla $S$ [mm$^2$];
- dĺžky vedení (vodičov kábla) $L$ [m];
- reaktancia materiálu vodičov kábla, charakterizovaná:
  - impedanciou - daná merným odporom materiálu $\rho$ [Ωmm$^2$/m] (merná vodivosť $\gamma = 1/\rho$),
  - kapacitanciou, t.j. kapacitná reaktancia,
  - induktanciou, t.j. induktívna reaktancia;
- prechodové odpory spájania vodičov kábla;
- izolačné vlastnosti kábla;
- úbytok napätia na vedení;
- ampérsekundová (A/s) charakteristika istiaceho prvku (ističa, poistky);
- medzná veľkosť poruchového prúdu.

# PRÍKLAD VÝPOČTU PARAMETROV OBVODU VYNESENÉHO ELEKTRICKÉHO ZARIADENIA TRIEDY OCHRANY I PRI NAPÁJANÍ Z MOBILNÉHO ELEKTRICKÉHO PROSTRIEDKU POMOCOU POHYBLIVÉHO PREDLŽOVACIEHO PRÍVODU

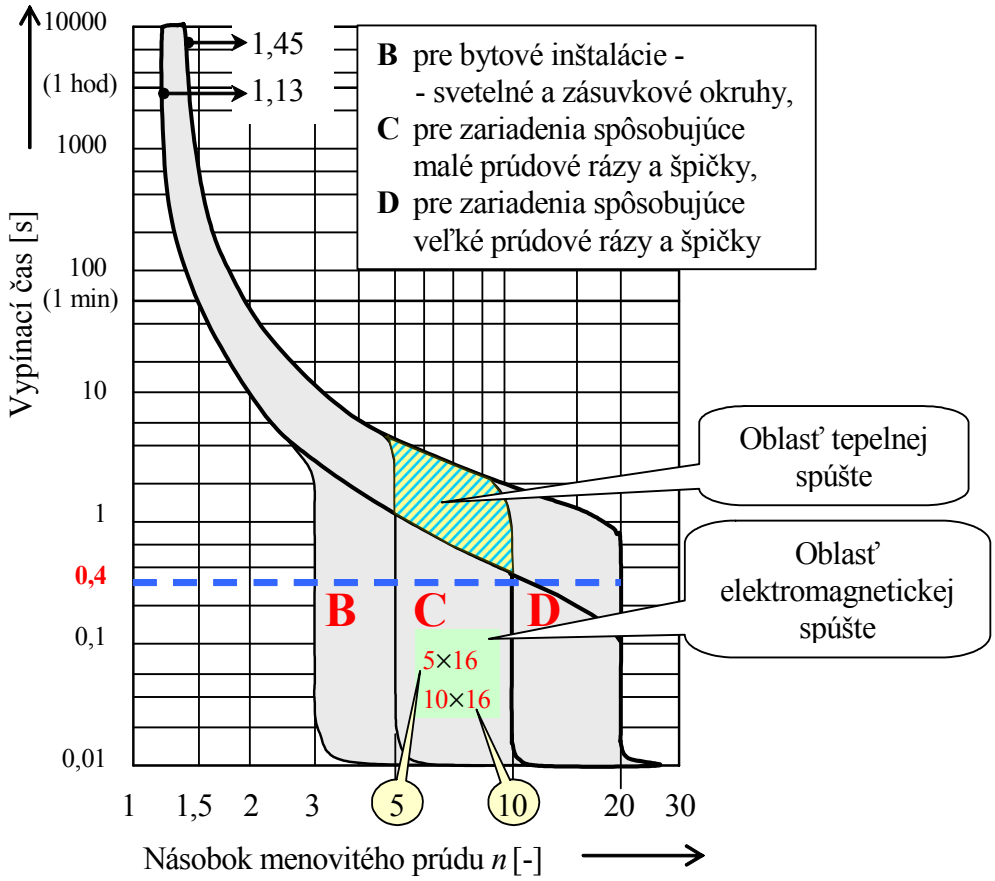
Spôsob pripojenia vyneseného elektrického zariadenia na mobilný elektrický prostriedok je znázornený na obr. 2.




Obr. 2 Vynesené elektrické zariadenie napájané z mobilného prostriedku

## 1 Východiskové požiadavky

- napájanie mobilného technického prostriedku elektrického (napr. elektrocentrála ECC výkonu 4 kVA) zabezpečuje napájanie $U_F$ = 231 V pre jednofázové vynesené elektrické zariadenie,
- maximálny príkon vyneseného elektrického zariadenia je 2310 VA, jeho účinník $\cos \varphi = 1$,
- ohybný kábel s medenými vodičmi vedie priechodkou mobilného prostriedku na predlžovacie rozvody pri maximálnej povolenej dĺžke 50 m (2×25m),
- prierez vodičov je 2,5 mm$^2$, typ H07 RN-F podľa HD 22.4 (3G×2,5),
- kábel je pripojený cez zásuvku napájania predlžovacích pohyblivých prívodov pre vynesené elektrické zariadenia, istenie jednofázovým ističom 16 A s charakteristikou C,
- vypínací čas $t_{vyp.}$ pre odpojenie pri poruche elektrického zariadenia alebo pri náhodnom dotyku so živou časťou podľa STN 33 2000-4-41, tabuľka č. 41 A pre spotrebič do 160 A (pozri vysvetlenie k obr. 3) je $t_{vyp.}$= 0,4 sekundy.




Obr. 3 Príklad vypínacích charakteristík pre ističe skupín B, C, D

## 2 Výpočet a voľba parametrov istenia

### *a) Výpočet impedancie slučky $Z_S$*

Vypínací prúd istiaceho prvku $I_a$ [A] pri ktorom je zabezpečená funkcia ochranného prístroja (ističa) do času $t_{vyp}$ je daný najvyšším $n$-násobkom menovitého prúdu (STN EN 60-898 stupne ochrany zariadení v prostrediach, obr. 3) a menovitou hodnotou istiaceho prvku $I_n$:

$$I_a = n.I_n \qquad \text{[A; násobok; A]} \qquad (1)$$

Z nominálneho napájacieho fázového napätia $U_F$ a vypínacieho prúdu istiaceho prvku možno určiť impedanciu slučky $Z_S$:

$$Z_S = \frac{U_F}{I_a} \qquad [\Omega; \text{V; A}] \qquad (2)$$

*Poznámka:* Pre asymetricky zaťažené trojfázové vedenie sa vyžaduje výpočet pre každú fázu.
Vo zvolenom príklade bude platiť: $I_a$=10×16= 160 [A].

Výpočet impedancie slučky $Z_S = \frac{231}{10.16} = \frac{231}{160} = 1{,}44375\ [\Omega]$ (3)

***b) Výpočet úbytku fázového napätia*** $\Delta U_F$

Pre predpokladanú dĺžku pohyblivého predlžovacieho prívodu je potrebné vypočítať, o koľko sa v ňom zníži hodnota fázového napájacieho napätia. Táto sa vypočíta pre parametre správne prevádzkovaného vyneseného elektrického zariadenia, t. z. pre obvod záťaže, v ktorom má byť samočinné odpojenie napájania dosiahnuté.

**Absolútnu hodnotu úbytku fázového napätia** $\Delta U_F$ možno vypočítať dvomi spôsobmi:

**1.** $\Delta U_F = b\left(\rho_{1,2}.\frac{L}{S}.\cos\varphi\right).I_b$ [V; 1/2; Ωmm²/m; m; mm²; %/100; A] (4),

kde: $b$ - súčiniteľ; pre trojfázové obvody $b$=1, pre jednofázové obvody $b$=2,
$\rho_{1,2}$ - merný odpor materiálu vodiča v normálnej prevádzke; údaj je uvádzaný výrobcom pre teplotu 20 ºC; podľa STN 33 2000 časť 525 pre výpočet úbytku napätia pre vodiče L-N-PE (PEN) uložené spoločne v jednom kábli pre pracovný rozsah teplôt je potrebné uvažovať jeho 1,2-násobok (pre meď $\rho_{Cu\,20^oC}$ = 0,018 [Ωmm²/m] platí: $\rho_{Cu\,prac} = 1{,}2.\rho_{Cu\,20^oC} = 0{,}0216$ [Ωmm²/m]).
$L$ - dĺžka vedenia vodiča kábla [m],
$S$ - prierez vodiča kábla [mm²],
$\cos\varphi$ - účinník zariadenia; ak údaj k zariadeniu chýba, použiť rozsah 0,8 ÷ 1,
$I_b$ - pracovný prúd pretekajúci spotrebičom $I_b = \frac{P}{U_F}$ [A],

**2.** $\Delta U_F = \frac{2.L.P_b}{\gamma_{1,2}.S.U_F}$ [V; m; VA; Ω⁻¹; mm²; V] (5),

kde: $P_b$ - maximálny pracovný príkon spotrebiča [VA],
$\gamma_{1,2}$ - merná vodivosť materiálu vodičov v pracovných podmienkach (pre meď

$\rho_{Cu\,prac} = 0{,}0216$ [Ωmm²/m] platí: $\gamma_{Cu_{prac}} = \frac{1}{\rho_{Cu_{prac}}} = \frac{1}{0{,}0216} = 46,\overline{296}$ [Ω⁻¹]),

Relatívny (pomerný) úbytok fázového napätia $\Delta U$ od hlavného rozvádzača (HR) až po vynesený spotrebič nemá byť viac ako 5%:

$\Delta U = \frac{\Delta U_F}{U_F}.100$ [%] (6).

**Vo zvolenom príklade:**

$b$ = 2
$L$ = 50 [m]
$S$ = 2,5 [mm²]
$\cos\varphi$ = 1
$I_b$ = 10 [A]
$P_B$ = 2310 [W]

$\gamma_{Cu_{prac}} = 46,\overline{296}$ [1/Ω]

$\rho_{Cu}$ = 1,2×0,018 = 0,0216 [Ωmm²/m]

bude platiť: $\Delta U_F = 2\left(0{,}0216\times\frac{50}{2{,}5}\times 1\right)\times 10 = 8{,}64$ [V],

alebo: $\Delta U_F = \frac{2.50.2310}{46,\overline{296}\times.2{,}5\times 231} = 8{,}64$ [V],

a potom: $\Delta U = \frac{8{,}64}{231}\times 100 = 3{,}74$ [%]

čo vyhovuje požiadavke.

*Poznámka:* Podľa uvedených vzťahov možno vypočítať, že v mieste vyneseného spotrebiča (polovica slučky) amplitúda fázového napätia $U_{Fs} = U_F \cdot 1/2$. $\Delta U_F = 231 - 4{,}32 = 226{,}68$ [V].

### c) *Výpočet maximálnej dĺžky vedenia $L_{max}$*

Pre overenie, či z hľadiska nadprúdu pri poruche vyneseného elektrického zariadenia v sieti TN-S dôjde k samočinnému odpojeniu napájania vo vypínacom čase do 0,4 sekundy, treba vypočítať maximálnu dĺžku predlžovacieho pohyblivého prívodu, pri ktorej je istiacim prvkom z hľadiska preťaženia ešte zabezpečená ochrana pred dotykom s neživou vodivou časťou podľa podmienok uvedených v STN 33 2000-4-41 čl. 413.1. Maximálnu dĺžku vedenia $L_{\max}$ možno vypočítať konvenčným spôsobom podľa (7):

$$L_{\max.} = \frac{0{,}8.U_F.S}{\rho_{1,5}.(1+m).I_a} \qquad [\text{m; V; mm}^2\text{; }\Omega\text{mm}^2\text{/m; A}], \qquad (7)$$

kde: $\rho_{1,5}$ - merný odpor materiálu vodiča v normálnej prevádzke; údaj je uvádzaný výrobcom pre teplotu 20 ºC; podľa STN 33 2000 časť 533.3 pre výpočet nadprúdu pre vodiče L-N-PE (PEN) uložené spoločne v jednom kábli pre pracovný rozsah teplôt je potrebné uvažovať jeho 1,5-násobok (napríklad $\rho_{Cu\,20^oC} = 0{,}018$ [Ωmm$^2$/m] a potom $\rho_{Cu\,prac} = 1{,}5.\rho_{Cu\,20^oC} = 0{,}027$ [Ωmm$^2$/m]),

$m$ - pomer prierezu krajného vodiča k prierezu ochranného vodiča $m = \dfrac{S_F}{S_{ochr}}$.

**Vo zvolenom príklade** $L = \dfrac{0{,}8.231.2{,}5}{0{,}027.(1+1).160} = 53{,}47$ [m].

## ANALÝZA VÝSLEDKOV A ZOVŠEOBECNENIE ZÁVEROV

Z uvedeného výpočtu vyplýva, že pri napájaní vyneseného elektrického zariadenia z mobilného technického prostriedku elektrického v sieti TN-S pri istiacom prvku (istič s charakteristikou C) s vypínacím časom do 0,4 sekundy je zabezpečené **odpojenie** chybného elektrického zariadenia pôsobením nadprúdu až do vzdialenosti 53,47 m (samočinné odpojenie napájania v sieti TN-S).

Pri **väčšej dĺžke** pohyblivého predlžovacieho vedenia (nad 50 m) s rovnakým prierezom v poľných podmienkach, je už ohrozená prevádzkyschopnosť vyneseného eklektického zariadenia (väčší úbytok napätia) a bezpečnosť pracovníkov pred zásahom elektrickým prúdom (predĺži sa čas odpojenia na viac ako 0,4 s) pretože nedôjde k bezpečnému odpojeniu napájania pri poruche. V takomto prípade je nutné pre splnenie podmienky ochrany pracovníka pred možným zásahom elektrickým prúdom v súlade s STN 33 2000-4-41 pri vynesení elektrického zariadenia z mobilného prostriedku použiť **adaptér s prúdovým chráničom** ako **doplňujúcu ochranu,** alebo priamo v technike mať zabudovaný prúdový chránič, ktorý je určený na vynesené technické prostriedky elektrické z mobilného prostriedku. Impedancia slučky $Z_S$ pre tento prúdový chránič bude:

$$Z_S \le \frac{U_F}{I_{\Delta n}} = Z_S \le \frac{231}{30.10^{-3}} = 7700{,}00\ [\Omega].$$

Koncové (vynesené) elektrické zariadenie je chránené prúdovým chráničom s rozdielovým vypínacím prúdom $I_{\Delta n} = 30$ mA (čas odpojenia do 200 ms). Odpojenie pri použití prúdového

chrániča je rýchlejšie, ako je samočinné odpojenie napájania z hľadiska nadprúdu pomocou ističa (do 38 ms). Pre úplnosť sú v **tabuľke 1** uvedené hodnoty **impedancie slučky** pre samočinné odpojenie napájania z hľadiska nadprúdu pre **rôzne dĺžky vedenia, pre ističe s rozdielnou charakteristikou, s rozdielnymi prierezmi vodičov a hodnotami skratových prúdov,** pre vodiče typu X, G (STN 34 7411). V poľných podmienkach do určitej miery je možné zanedbať zväčšovanie odporu vodičov pri zvyšovaní teploty.

Uvedený problém je ale potrebné riešiť v stacionárnych objektoch – budovách, kde je stála teplota a **merania sa vykonávajú pri izbových teplotách cca 20°C, malým prúdom**, pri ktorých je potrebné vziať do úvahy zväčšovanie hodnoty odporu vodičov so zvyšovaním teploty spôsobeného poruchami, aby sa v sieťach TN overil súlad nameranej hodnoty impedancie poruchovej slučky s požiadavkami uvedenými v STN 33 2000-6-61 (STN 33 200-4-41 - 413.1.3). Požiadavky sa považujú za splnené, ak nameraná hodnota impedancie poruchovej slučky $Z_S$ vyhovuje nerovnosti (STN 33 2000-6-61 – E.612.6.3):

$$Z_{S1} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_F}{I_a} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{231}{10.16} \leq 0{,}9625 \ [\Omega]. \qquad (8)$$

Po dosadení tejto impedancie slučky $Z_{S1}$ do vzťahu pre výpočet dĺžky $L$ vedenia bude:

$$L = \frac{0{,}8.231.2{,}5}{2.0{,}027.240} = 35{,}6481 \ [\text{m}].$$

Výpočet dokazuje, že k bezpečnému odpojeniu dôjde pri dĺžke vedenia do 35,6481 m. Toto predimenzovanie požiadavky na impedanciu slučky o 1/3 pri spätných výpočtoch spôsobí, že:

vypínací skratový prúd bude $I_a = \frac{U_F}{Z_s} = \frac{231}{0{,}9625} = 240$ [A], čo zodpovedá násobku prúdu z A/s charakteristiky $n = \frac{I_a}{I_n} = \frac{240}{16} = 15$.

To znamená, že pri rovnakom vypínacom čase (0,4 s) a pri zachovaní n-násobku menovitého prúdu n = 10, by bolo potrebné predimenzovať istič na najbližšiu prúdovú hodnotu v rade istiacich prvkov (20 A).

Z hľadiska výpočtu skratového prúdu $I_a = I_{kmin}$ platí:

$$I_{k\min} = \frac{0{,}8 \times U_F}{2 \times \rho_{Cu20^oC} \cdot \frac{L}{S}} = \frac{0{,}8 \times 231}{2 \times 0{,}027 \times \frac{35{,}6481}{2{,}5}} = 240{,}00 \ [\text{A}], \qquad (9)$$

Pri zvolených parametroch vedenia vychádzajúc z A/s charakteristiky istiaceho prvku a elektrickej pevnosti vedenia musí nerovnosť $I^2 t \leq k^2 S^2$ dosahovať hodnoty $240^2 \times 0{,}4 \leq 115^2 \times 2{,}5^2 \Rightarrow \ 23040 \leq 82656{,}25$, t. z., že dôjde skôr k samočinnému odpojeniu napájania, ako k deštrukcii vedenia (obr. 4).

Ak by sa požadoval vypínací čas do 0,4 s, potom by maximálny skratový prúd bol:

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{k^2 s^2}{t}} = \sqrt{\frac{115^2 2{,}5^2}{0{,}4}} = 454{,}577 \ [\text{A}], \qquad (10)$$

to znamená, že istiaci prvok musí vypnúť do hodnoty skratového prúdu 450 A (najbližšia nižšia hodnota vyrábaných ističov v rade). Inak povedané, pri vyššej hodnote istiaceho prvku ako 454,577 A by došlo najprv k deštrukcii vedenia.

Ak sa požaduje výpočet potrebnej doby reakcie na predpokladaný skratový prúd, potom zo zvoleného príkladu pri 240 A bude čas:

$$t = \frac{k^2 \times s^2}{I_a^{\,2}} = \frac{115^2 \times 2{,}5^2}{240^2} = 1{,}435\,[\mathrm{s}],$$

Z uvedeného vzťahu vyplýva, že istiaci prvok musí vypnúť napájanie vedenia skôr ako 1,435 s pri podmienke:

$Z_S \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_F}{I_a}$, inak by došlo k deštrukcii vedenia, alebo na neživej vodivej časti by bola vyššia hodnota dotykového napätia.

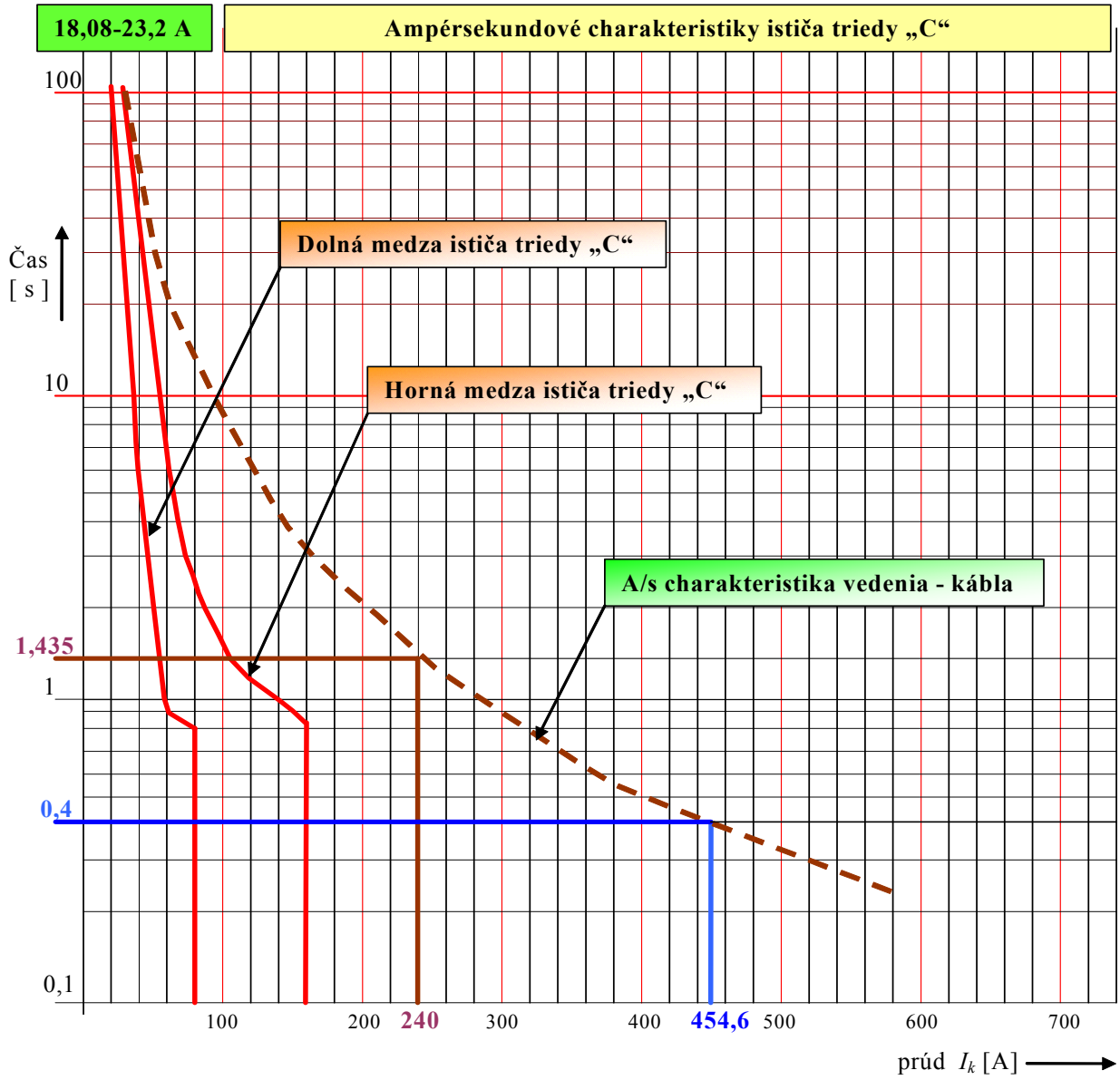
Tab. 1 Sledované parametre pre rôzne vedenia a ističe v triedach B, C, D

| Istič | Dĺžka vodiča [m] | Prierez vodiča [mm$^2$] | | | | Sledovaný parameter |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | |
| | 25 | 205,33 | 342,22 | 547,56 | 821,33 | **Skratový prúd $I_{kmin.}$ [A]** (0,8*231)/(2*0,027*dĺžka/prierez) |
| | **35,6481** | **144,00** | **240,00** | **384,00** | **576,00** | |
| | **50** | **102,67** | **171,11** | **273,78** | **410,67** | |
| | 75 | 68,44 | 114,07 | 182,52 | 273,78 | |
| | 100 | 51,33 | 85,56 | 136,89 | 205,33 | |
| | 25 | 1,13 | 0,68 | 0,42 | 0,28 | **Impedancia slučky $Z_S$ [Ω]** (231/skratový prúd $I_{kmin.}$) |
| | **50** | **2,25** | **1,35** | **0,84** | **0,56** | |
| | 75 | 3,38 | 2,03 | 1,27 | 0,84 | |
| | 100 | 4,50 | 2,70 | 1,69 | 1,13 | |
| | **35,6481** | **1,60** | **0,96** | **0,60** | **0,40** | **Impedancia slučky $Z_{S1}$ [Ω]** (2*231/3*skratový prúd $I_{kmin.}$) |
| **Trieda B** [násobok] **5** | 25 | 41,07 | 68,44 | 109,51 | 164,27 | **Max. prúd ističa B-triedy [A]** (skratový prúd / násobok) |
| | **35,6481** | **28,80** | **48,00** | **76,80** | **115,20** | |
| | **50** | **20,53** | **34,22** | **54,76** | **82,13** | |
| | 75 | 13,69 | 22,81 | 36,50 | 54,76 | |
| | 100 | 10,27 | 17,11 | 27,38 | 41,07 | |
| **Trieda C** [násobok] **10** | 25 | 20,53 | 34,22 | 54,76 | 82,13 | **Max. prúd ističa C-triedy [A]** (skratový prúd / násobok) |
| | **35,6481** | **14,40** | **24,00** | **38,40** | **57,60** | |
| | **50** | **10,27** | **17,11** | **27,38** | **41,07** | |
| | 75 | 6,84 | 11,41 | 18,25 | 27,38 | |
| | 100 | 5,13 | 8,56 | 13,69 | 20,53 | |
| **Trieda D** [násobok] **20** | 25 | 10,27 | 17,11 | 27,38 | 41,07 | **Max. prúd ističa C-triedy [A]** (skratový prúd / násobok) |
| | **35,6481** | **7,20** | **12,00** | **19,20** | **28,80** | |
| | **50** | **5,13** | **8,56** | **13,69** | **20,53** | |
| | 75 | 3,42 | 5,70 | 9,13 | 13,69 | |
| | 100 | 2,57 | 4,28 | 6,84 | 10,27 | |

Z príkladu vyplýva, že pri stacionárnej inštalácii nn rozvodov pre väčšie dĺžky (v príklade nad 35,6481 m) už nemusí dôjsť k bezpečnému odpojeniu napájania v čase 0,4 sekundy, čím ochrana pracovníkov a elektrických zariadení môže byť ohrozená.

Ďalej bolo dokázané, že nie je dodržaný vypínací čas odpojenia 0,4 sekundy pre sieť TN-S. Preto je potrebné už pri projektovaní elektrických inštalácií pre bytové objekty vykonať potrebný výpočet z hľadiska dĺžky vedenia pre nn inštalácie (impedancie slučky) pre daný prierez vodiča

a charakteristiky istiaceho prvku. Ak konštruktér nedodrží dĺžku rozvodov nn inštalácie v objektoch bytovej zástavby je možné uvedený problém v krajnej núdzi vyriešiť prúdovým chráničom. Takýto nedostatok z hľadiska nedodržania projektovej dokumentácie by mal vyriešiť elektrotechnik špecialista pre odborné prehliadky a odborné skúšky po vykonaní OPaOS na základe reálneho stavu a dať aj podnet na zmenu vo vykonávacom projekte, alebo nevykonať OPaOS elektrickej inštalácie.




Obr. 4 Príklad - vypočítaná A/s charakteristika ističa triedy C a vedenia Cu 2,5 mm$^2$

## ZÁVER

Z príkladu je zrejmé, že **vynesené elektrické zariadenia z mobilných prostriedkov** musia byť napájané káblami, ktorých dĺžka nepresiahne odporúčanú dĺžku (je pre danú techniku určená - najčastejšie do 50 m). V nutných prípadoch, keď z hľadiska zabezpečenia prevádzkyschopnosti elektrických zariadení (telekomunikačné prostriedky informačné systémy, rádiolokátory a pod.) je potrebné použiť dlhšie predlžovacie vedenia bez narušenia ich činnosti z hľadiska úbytku napätia je možné použiť, ako **doplňujúcu ochranu prúdový chránič s rozdielovým prúdom $I_{\Delta n}$ = 30 mA** (napríklad **ADAPTÉROM FI** alebo prúdovým chráničom určeným len na vonkajšie pripojenie).

V neposlednom rade je potrebné hlavne v opravárenských závodoch (pri výmene istiacich prvkov) dodržiavať technickú dokumentáciu. Z tab. 1 je zrejmé, aký vplyv má charakteristika istiaceho prvku a dĺžka kábla (vedenia) na ochranu pred zásahom elektrickým prúdom. Uvedený príklad je možné obecne aplikovať aj pre potreby ochrany samočinného odpojenia napájania v nn káblových inštaláciách v stavebných objektoch.

## BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

(1) HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J. - JANOVE, V.: Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom na elektrických inštaláciách a pri obsluhe elektrických zariadení do 1000 V striedavých a 1500 V jednosmerných. Pobočka SES Liptovský Mikuláš, 2005. ISBN 80-968711-9-6.

(2) Technické predpisy: Všeob. 21-2.

(3) Technické predpisy: www.zbierka.sk.

(4) Technické normy: www.sutn.sk, akademická knižnica AOS Liptovský Mikuláš.

(5) KŘÍŽ, Michal.: Dimenzování a jistění elektrických zařízení – tabulky a příklady. IN-EL. Knižnica Elektro svazek 56. Praha, 2001. ISBN 80-86230-21-X.

(6) DVOŘÁČEK, Karel.: Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. IN-EL. Knižnica Elektro edice dílenská příručka svazek 16 (třetí doplněné vydání). Praha, 2000. ISBN 80-86230-19-8.

(7) ABB SACE S.p.A., An ABB Group Company. Electrical installation handbook. Electrical devices. 1SDC010001D0202. Bergamo. Italy, 2004.

(8) STN 33 2000-6-61 Elektrické inštalácie budov, časť 6-61: Revízia. Východisková revízia.