



# Ochrana pred prepätím

Katalóg a inštalačný sprievodca

[www.se.com/sk](http://www.se.com/sk)

Life Is On

**Schneider**  
Electric



## Obsah

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | <b>Prehľad</b>   | <b>4</b>  |
|          | Zvodiče bleskových prúdov – Typ 1  | 4         |
|          | Kombinované zvodiče prepätia – Typ 1 a 2   | 4         |
|          | Zvodiče prepätia – Typ 2   | 10        |
|          | Zvodiče prepätia – Typ 2 a 3   | 14        |
|          | Ochrana dátových liniek  | 20        |
|          | Zvodiče prepätia pre fotovoltaiku  | 22        |
| <b>1</b> | <b>Atmosférické prepätie</b>   | <b>24</b> |
|          | 1.1 Definície prepätí  | 24        |
|          | 1.2 Charakteristiky prepätia spôsobeného atmosférickými vplyvmi                  | 25        |
|          | 1.3 Účinok na elektrickú inštaláciu  | 25        |
|          | 1.4 Charakteristika bleskovej vlny   | 28        |
| <b>2</b> | <b>Princíp ochrany pred bleskom</b>  | <b>29</b> |
|          | 2.1 Všeobecné pravidlá   | 29        |
|          | 2.2 Systém ochrany budovy  | 29        |
|          | 2.3 Systém ochrany elektrickej inštalácie  | 31        |
|          | 2.4 Zvodič prepätia (SPD)  | 32        |
| <b>3</b> | <b>Návrh systému ochrany elektroinštalácie</b>                                   | <b>35</b> |
|          | 3.1 Pravidlá návrhu  | 35        |
|          | 3.2 Prvky systému ochrany  | 36        |
|          | 3.3 Spoločné charakteristiky zvodičov v závislosti od charakteristiky inštalácie | 38        |
|          | 3.4 Výber zvodiča typu 1   | 41        |
|          | 3.5 Výber zvodiča typu 2   | 41        |
|          | 3.6 Výber prístroja vonkajšej skratovej ochrany (SCPD)                           | 42        |
|          | 3.7 Koordinačná tabuľka zvodiča a skratovej ochrany                              | 44        |
| <b>4</b> | <b>Inštalácia zvodičov prepätia</b>  | <b>46</b> |
|          | 4.1 Zapojenie  | 46        |
|          | 4.2 Pravidlá pre kabeláž   | 48        |
| <b>5</b> | <b>Aplikácia</b>   | <b>50</b> |
|          | 5.1 Príklady inštalácie  | 50        |
|          | 5.2 Zvodiče pre fotovoltaické aplikácie (FV)                                     | 51        |
| <b>6</b> | <b>Technické doplnky</b>   | <b>54</b> |
|          | 6.1 Normy pre ochranu pred bleskom   | 54        |
|          | 6.2 Súčasti zvodiča prepätia SPD   | 54        |
|          | 6.3 Signalizácia konca životnosti  | 56        |
|          | 6.4 Podrobná charakteristika externej ochrany SCPD                               | 56        |
|          | 6.5 Šírenie bleskovej vlny   | 58        |
|          | 6.6 Príklad bleskového prúdu v sústave TT  | 59        |

# Zvodiče bleskových prúdov typu 1 Kombinované zvodiče prepätia typu 1 a 2 PRD1

Zvodiče bleskových prúdov typu 1 spĺňajú normou požadovanú výdržnú schopnosť na prúdovú vlnu typu 10/350 mikrosekúnd.  
Zvodiče prepätia typu 2 – 8/20 mikrosekúnd. Sú vhodné pre použitie v uzemňovacích systémoch TT, TN-S, TN-C a 230 V IT (pripojenie stredného bodu).  
Zvodiče bleskových prúdov Master sú tiež vhodné pre systém 400 V IT.  
Zvodiče bleskových prúdov PRD1 sú voliteľne vybavené signalizačným kontaktom pre vzdialenú komunikáciu, ktorý prenáša informáciu o konci životnosti prístroja.  
Zvodiče bleskových prúdov PRD1 sú vybavené ľahko vymeniteľnými vložkami.



iPRD1 12,5r (3P+N)

PRD1 35r (1P)

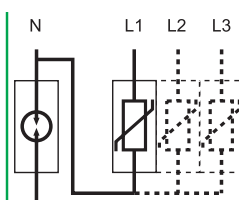


PRD1 25r (3P+N)



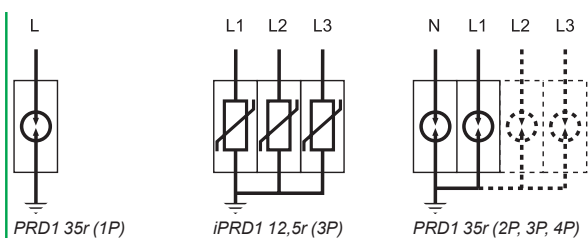
PRD1 Master (3P+N)

## Typové označenie

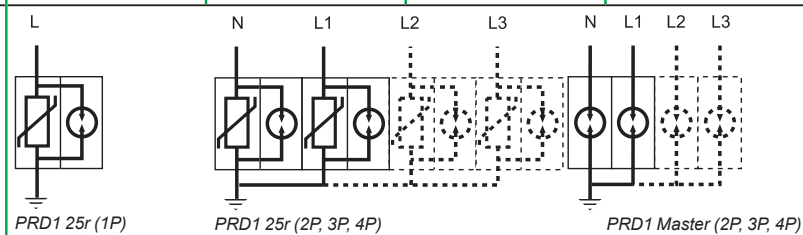


iPRD1 12,5r (1P+N, 3P+N)  
(N pól je fixný)

| Typ                                  | Prevedenie |          |
|--------------------------------------|------------|----------|
|                                      | 1P+N       | 3P+N     |
| iPRD1 12,5r<br><u>T1</u> + <u>T2</u> | A9L16282   | A9L16482 |
|                                      |            |          |
| PRD1 25r<br><u>T1</u> + <u>T2</u>    | 16330      | 16332    |
| PRD1 Master 25<br><u>T1</u>          | 16361      | 16363    |
| PRD1 35r<br><u>T1</u>                |            |          |



|          |    |          |    | Uzemňovacia sústava | Náhradné vložky pre iPRD |
|----------|----|----------|----|---------------------|--------------------------|
| 1P       | 2P | 3P       | 4P |                     |                          |
| A9L16182 |    | A9L16382 |    | TT, TN-S            | A9L16082                 |
|          |    |          |    | TN-C                | A9L16082                 |



|       |          |          |          |   |       |
|-------|----------|----------|----------|---|-------|
|       |          |          |          | TT, TN-S                                  |       |
| 16329 | 2x 16329 |          | 4x 16329 | TT, TN-C                                  |       |
|       |          | 16331    |          | TN-C                                      |       |
|       |          |          |          | TT, TN-S                                  |       |
| 16360 | 2x 16360 |          | 4x 16360 | TT, TN-C                                  |       |
|       |          | 16362    |          | TN-C                                      |       |
|       | 2x 16649 |          |          | IT s rozvedeným nulovým vodičom, TT, TN-S | 16643 |
| 16649 |          | 3x 16649 |          | IT bez rozvedeného nulového vodiča, TN-C  | 16644 |
|       |          |          | 4x 16649 | IT s rozvedeným nulovým vodičom           | 16645 |

# Zvodiče bleskových prúdov typu 1

## Kombinované zvodiče prepätia typu 1 a 2

### PRD1

| Typ                          | Počet pólov | Počet pólov  | I imp (kA)<br>(10/350)<br>Impulzný prúd | I max (kA)<br>(8/20)<br>Max.<br>výbojový<br>prúd | In (kA)<br>Menovitý<br>výbojový<br>prúd | Up (kV)<br>Napät'ová<br>ochranná<br>hladina | Un (V)<br>Menovité<br>napätie<br>siete | Uc (V)<br>Maximálne<br>trvalé<br>prevádzkové<br>napätie | Kat.<br>číslo |
|------------------------------|-------------|--------------|---|--|---|---|--|---|---------------|
|                              |             | <b>18 mm</b> |   |  |   |   |  | (L-N)/(N-PE)  |               |
| <b>iPRD1 12,5r</b> Typ 1 + 2 |             |              |   |  |   |   |  |   |               |
|                              | 1P          | 1            | 12,5 (L-N) / 50 (N-PE)                  | 50   | 20                                      | ≤ 1,5                                       | 230                                    | 350/255   | A9L16182      |
|                              | 1P+N        | 2            | 12,5 (L-N) / 50 (N-PE)                  | 50   | 20                                      | ≤ 1,5                                       | 230                                    | 350/255   | A9L16282      |
|                              | 3P          | 3            | 12,5                                    | 50   | 20                                      | ≤ 1,5                                       | 230/400                                | 350   | A9L16382      |
|                              | 3P+N        | 4            | 12,5 (L-N) / 50 (N-PE)                  | 50   | 20                                      | ≤ 1,5                                       | 230/400                                | 350/255   | A9L16482      |
| <b>PRD1 25r</b> Typ 1 + 2    |             |              |   |  |   |   |  |   |               |
|                              | 1P          | 5            | 25                                      | 40   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230                                    | 350   | 16329         |
|                              | 1P+N        | 4            | 25 (L-N) / 100 (N-PE)                   | 40   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230                                    | 350/350   | 16330         |
|                              | 3P          | 6            | 25                                      | 40   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230/400                                | 350   | 16331         |
|                              | 3P+N        | 8            | 25 (L-N)/100 (N-PE)                     | 40   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230/400                                | 350/350   | 16332         |
| <b>PRD1 Master</b> Typ 1     |             |              |   |  |   |   |  |   |               |
|                              | 1P          | 2            | 25                                      | 50   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230                                    | 350   | 16360         |
|                              | 1P+N        | 4            | 25 (L-N)/100 (N-PE)                     | 50   | 25                                      | ≤ 1,5/2,5                                   | 230                                    | 350/350   | 16361         |
|                              | 3P          | 6            | 25                                      | 50   | 25                                      | ≤ 1,5                                       | 230/400                                | 350   | 16362         |
|                              | 3P+N        | 8            | 25 (L-N)/100 (N-PE)                     | 50   | 25                                      | ≤ 1,5/2,5                                   | 230/400                                | 350/350   | 16363         |
| <b>PRD1 35r</b> Typ 1        |             |              |   |  |   |   |  |   |               |
|                              | 1P          | 2            | 35                                      | 50   | 35                                      | ≤ 2,5                                       | 400/690V<br>(TN)<br>400 V (IT)         | 440   | 16649         |
| <b>Náhradný modul</b>        |             |              |   |  |   |   |  |   |               |
| C1 Master-350                | -           | 2            | -                                       | -  | 25                                      | ≤ 1,5                                       | -                                      | 350   | 16314         |
| C1 25-350                    | -           | 23 mm        | -                                       | -  | 25                                      | ≤ 1,5                                       | -                                      | 350   | 16315         |
| C2 40-350                    | -           | 12 mm        | -                                       | -  | 20                                      | ≤ 1,5                                       | -                                      | 350   | 16316         |
| C1 Neutral-350               | -           | 2            | -                                       | -  | -                                       | -   | -                                      | 350   | 16317         |
| C1 35-440                    | -           | 2            | -                                       | -  | 35                                      | ≤ 2,5                                       | -                                      | 440   | 16318         |



C1 Neutral-350

| Zvodiče prepätia   | Náhradný modul |          |         |
|--------------------|----------------|----------|---------|
|                    | Fáza           | Typ 2    | Neutrál |
|                    | Typ 1          | Typ 2    |         |
| <b>PRD1 12,5r</b>  |                |          |         |
| PRD1 12,5r         | A9L16082       | A9L16082 | -       |
| <b>PRD1 25r</b>    |                |          |         |
| PRD1 25r 1P        | 16315          | 16316    | -       |
| PRD1 25r 1P+N      | 16315          | 16316    | 16317   |
| PRD1 25r 3P        | 3x 16315       | 3x 16316 | -       |
| PRD1 25r 3P+N      | 3x 16315       | 3x 16316 | 16317   |
| <b>PRD1 Master</b> |                |          |         |
| PRD1 Master 1P     | 16314          | -        | -       |
| PRD1 Master 1P+N   | 16314          | -        | 16317   |
| PRD1 Master 3P     | 3x 16314       | -        | -       |
| PRD1 Master 3P+N   | 3x 16314       | -        | 16317   |
| <b>PRD1 35r</b>    |                |          |         |
| PRD1 35r 1P        | 1x16318        | -        | -       |
| PRD1 35r 2P        | 2x16318        | -        | -       |
| PRD1 35r 3P        | 3x16318        | -        | -       |
| PRD1 35r 4P        | 4x16318        | -        | -       |

| Príslušenstvo       |                     |       |
|---------------------|---------------------|-------|
| Typ                 | Počet pólov (18 mm) |       |
| 4P hrebeňová lišta  | 4                   | 16643 |
| 6P hrebeňová lišta  | 6                   | 16644 |
| 8P hrebeňová lišta  | 8                   | 16645 |
| 200 mm ohybný kábel | -                   | 16646 |

DE123370



## Technické údaje

|  |  | iPRD1 12,5r  | PRD1 35r  | PRD1 25r  | PRD1 Master   |
|--|--|--|---|---|---|
| Prevádzková frekvencia   |  | 50 Hz  | 50/60 Hz  | 50 Hz   | 50 Hz   |
| Stupeň krytia  | V rozvádzači<br>Samotný prístroj<br>Odolnosť     | IP40<br>IP20   | IP40<br>IP20  | IP40<br>IP20  | IP40<br>IP20  |
| Doba odozvy  |  | IK05<br>≤ 25 ns  | IK05<br>≤ 100 ns  | IK05<br>≤ 25 ns   | IK05<br>≤ 100 ns  |
| Výdržný skratový prúd (I <sub>scrr</sub> )                                 |  | 50 kA  | 50 kA   | 25 kA   | 50 kA   |
| Dočasná odolnosť proti prepätiu (U <sub>r</sub> )                          | U <sub>r</sub> (L-N)<br>U <sub>r</sub> (N-PE)    | 337 V AC/5 s<br>-  | 580 V AC/5 s<br>800 V AC/120 min  | 415 V AC/5 s<br>1200 V AC/200 ms  | 415 V AC/5 s<br>1200 V AC/200 ms  |
| Krátkodobé prevádzkové prepätie – Bezpečný poruch. režim (U <sub>r</sub> ) | U <sub>r</sub> (L-N)                             | -  | 1640 V AC/200 ms  | 440 V AC/120 min  | 440 V AC/120 min  |
| Zemný reziduálny prúd (I <sub>PE</sub> )                                   | I <sub>PE</sub> (L-PE)<br>I <sub>PE</sub> (N-PE) | 0,009 mA pre 1P, 3P<br>0,000003 mA pre 1P+N, 3P+N                  | -<br>≤ 0,005 mA   | -<br>≤ 0,01 mA pre 1P+N, 3P+N   | -<br>≤ 0,01 mA pre 1P+N, 3P+N   |
| Samozhášavosť následných prúdov (I <sub>n</sub> )                          | I <sub>n</sub> (L-N)<br>I <sub>n</sub> (N-PE)    | -<br>100 A   | 50 kA<br>-  | 25 kA/264 V AC<br>3 kA/350 V AC<br>100 A  | 50 kA<br>100 A  |
| Signalizácia konca životnosti  |  | Biela: v prevádzke<br>Červená: koniec životnosti<br>1,5 A/250 V AC | Biela: správna funkcia<br>Červená: koniec životnosti<br>1 A/250 V AC<br>≤ 1 A/30 V DC | Biela: v prevádzke<br>Červená: koniec životnosti<br>1 A/250 V AC<br>≤ 1 A/30 V DC | Biela: v prevádzke<br>Červená: koniec životnosti<br>1 A/250 V AC<br>≤ 1 A/30 V DC |
| Pripojiteľnosť tunelovými svorkami   | Pevné káb.<br>Ohybné káble                       | 10...35 mm <sup>2</sup><br>6...25 mm <sup>2</sup>                  | 16...35 mm <sup>2</sup><br>10...25 mm <sup>2</sup>                                    | 10...35 mm <sup>2</sup><br>10...25 mm <sup>2</sup>                                | 10...35 mm <sup>2</sup><br>10...25 mm <sup>2</sup>                                |
| Prevádzková teplota  |  | -25 až +60 °C  | -40 až +80 °C   | -40 až +80 °C   | -40 až +80 °C   |
| Vlhkosť  |  | 5 až 95 %  | 5 až 95 %   | 5 až 95 %   | 5 až 95 %   |
| Normy  |  | IEC 61643-11: 2011 [T1], [T2]<br>EN 61643-11: 2012 Typ 1 + Typ 2   | IEC 61643-11: 2011 [T1],<br>EN 61643-11 Typ 1   | IEC 61643-11: 2011 [T1], [T2]<br>EN 61643-11: 2012 Typ 1 + Typ 2                  | IEC 61643-11: 2011 [T1] EN<br>61643-11: 2012 Typ 1                                |
| Certifikáty  |  | CE, EAC, VDE   | CE  | CE, KEMA-KEUR   | CE, KEMA-KEUR   |

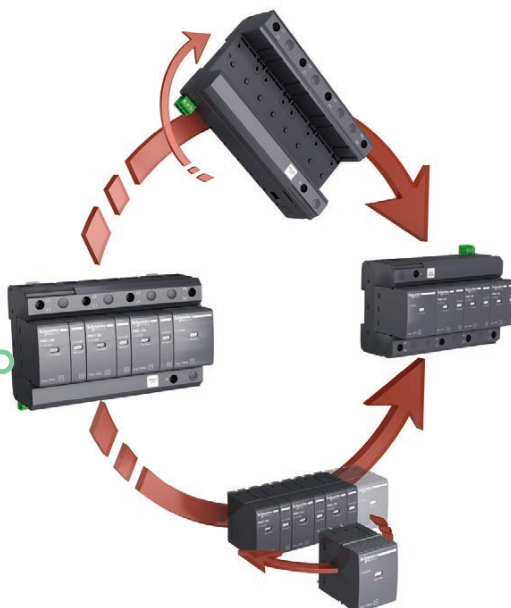
## Koordinácia ističa so zvodičom prepätia

| Typ         | I imp:<br>Impulzný prúd | Isc: predpokladaný skratový prúd v mieste inštalácie |   |   |   |   |
|-------------|-------------------------|--|---|---|---|---|
|             |                         | 10 kA  | 15 kA   | 25 kA   | 36 kA   | 50 kA   |
| iPRD1 12,5r | 12,5 kA                 | C120N 80 A char. C alebo Compact NSX 100B 100 A*     | C120H 80 A char. C alebo Compact NSX100B 100 A* | NG125N 80 A char. C alebo Compact 100B 100 A* | NG125H 80 A char. C alebo Compact NSX 100F 100 A* | NG125L 80 char. C alebo Compact NSX 100N 100 A* |
| PRD1 35r    | 35 kA                   | Compact NSX 160B 160 A                               |   |   | Compact NSX 160F 160 A                            | Compact NSX 160N 160 A                          |
| PRD1 25r    | 25 kA                   | Compact NSX 100B 100 A                               |   |   | -   | -   |
| PRD1 Master | 25 kA                   | Compact NSX 100B 100 A                               |   |   | Compact NSX 100F 100 A                            | Compact NSX 100N 100 A                          |

(\* Pre impulzný bleskový výdržný prúd)

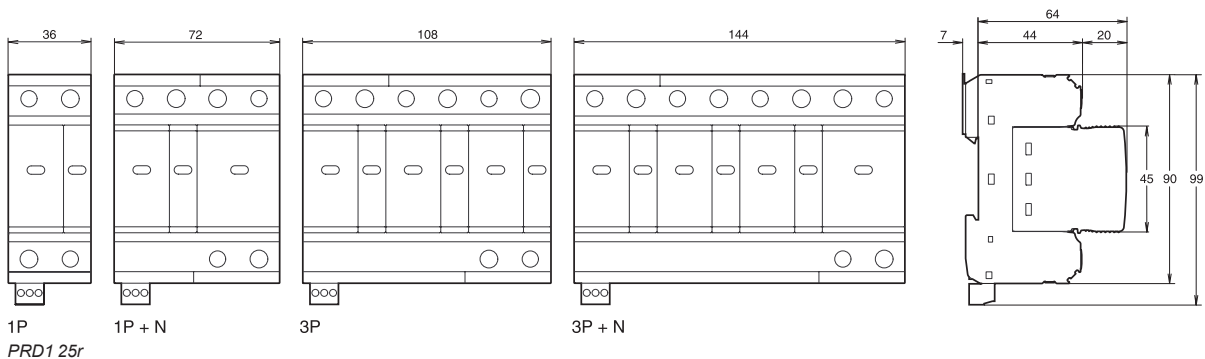
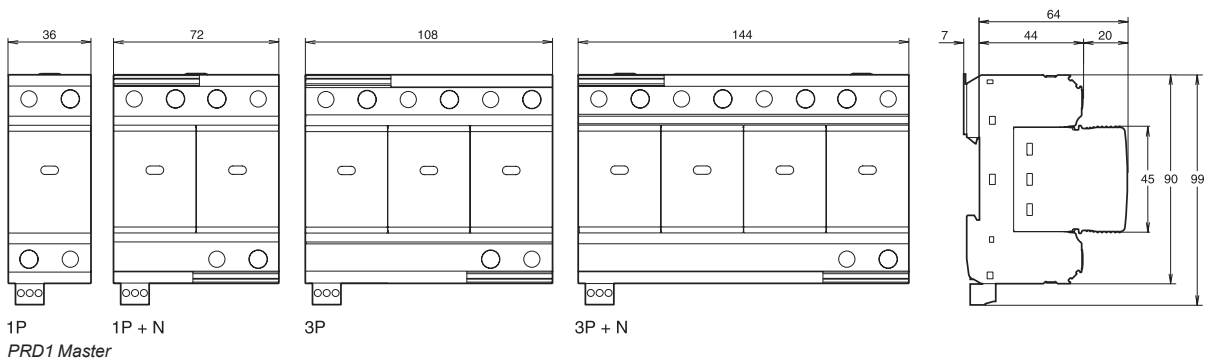
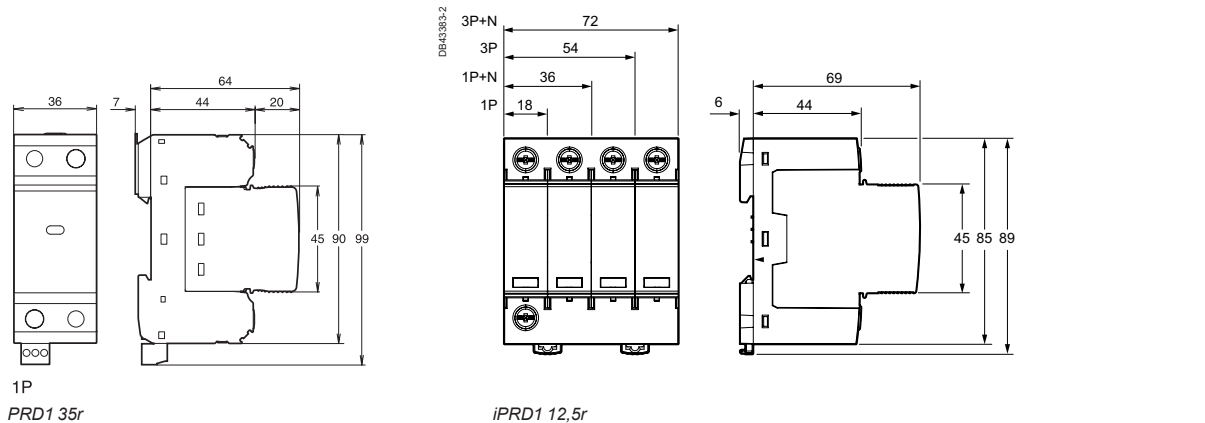
### PRD1 25r / PRD1 Master/ PRD1 35r Obojstranný

■ Zvodič prepätia je možné pripojiť k vodičom L/N/PE, zapojiť zdola alebo zhora.



# Zvodiče bleskových prúdov typu 1 Kombinované zvodiče prepätia typu 1 a 2 PRD1

## Rozmery (mm)



## Hmotnosť (g)

| Zvodiče prepätia |             |          |          |             |
|------------------|-------------|----------|----------|-------------|
| Typ              | iPRD1 12,5r | PRD1 35r | PRD1 25r | PRD1 Master |
| 1P               | 171         | 401      | 334      | 394         |
| 1P+N             | 299         | -        | 725      | 774         |
| 3P               | 486         | -        | 1010     | 1175        |
| 3P+N             | 619         | -        | 1338     | 1535        |
| Náhradný modul   | Nulový      | 112      | -        | 229         |
|                  | Fáza        | -        | 245      | 242         |





Každý zvodič prepätia v danej ponuke je určený pre konkrétnu aplikáciu:

■ **Typ 2**

- iPF K 65 sa odporúča inštalovať do oblastí s veľmi vysokým rizikom,
- iPF K 40 sa odporúča inštalovať do oblastí s vysokým rizikom,
- iPF K 20 sa odporúča inštalovať do oblastí so stredným rizikom.



1P



1P+N



3P



3P+N

**Typové označenie**

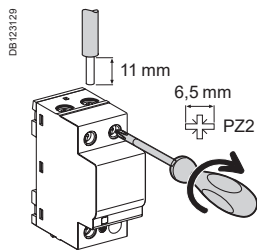
| Maximálny vybíjací prúd (I <sub>max</sub> ) / Menovitý vybíjací prúd (I <sub>n</sub> ) | Typ ochrany | Sieť       |          |          |          |  |
|--|-------------|------------|----------|----------|----------|--|
|  |             | N L1 L2 L3 |          | L1 L2 L3 |          |  |
|  | Typ 2       | 1P+N       | 3P+N     | 1P       | 3P       |  |
| <b>65 kA/20 kA</b>   |             |            |          |          |          |  |
| Veľmi vysoké riziko  | iPF K 65    |            | A9L15586 |          |          |  |
| <b>40 kA/15 kA</b>   |             |            |          |          |          |  |
| Vysoké riziko  | iPF K 40    | A9L15687   |          | A9L15686 |          |  |
|  |             |            | A9L15688 |          | A9L15582 |  |
| <b>20 kA/5 kA</b>  |             |            |          |          |          |  |
| Stredné riziko   | iPF K 20    | A9L15692   |          | A9L15691 |          |  |
|  |             |            | A9L15693 |          | A9L15597 |  |

**Koordinácia ističa so zvodičom prepätia**

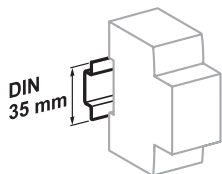
| Zvodič prepätia | Priradený istič (všetky póly istené) |
|-----------------|--------------------------------------|
| iPF K 65        | Char. C 50 A                         |
| iPF K 40        | Char. C 40 A                         |
| iPF K 20        | Char. C 20 A                         |

| Uzemňovacia sústava | Rad zvodičov  | Šírka v moduloch (18 mm) | Up – Ochranná napätová úroveň (kV) |       |                  | Un – Menovité napätie siete (V) | Uc – Maximálne trvalé prevádzkové napätie (V) |     |                  |
|---------------------|---------------|--------------------------|------------------------------------|-------|------------------|---------------------------------|---|-----|------------------|
|                     |               |                          | Pozdĺžne prepätie                  |       | Priečne prepätie |                                 | Pozdĺžne prepätie                             |     | Priečne prepätie |
|                     |               |                          | L/±                                | N/±   | L/N              |                                 | L/±   | N/± | L/N              |
| <b>iPF K 65</b>     |               |                          |                                    |       |                  |                                 |   |     |                  |
| TT a TN-S           | iPF K 65 3P+N |                          | -                                  | ≤ 1,5 | ≤ 1,5            |                                 | -   | 260 | 340              |
| <b>iPF K 40</b>     |               |                          |                                    |       |                  |                                 |   |     |                  |
| TN                  | iPF K 40 1P   | 1                        | ≤ 1,5                              | -     | -                | 230                             | 340   | -   | -                |
| TT a TN-S           | iPF K 40 1P+N | 2                        | -                                  | ≤ 1,5 | ≤ 1,5            |                                 | -   | 260 | 340              |
| TN-C                | iPF K 40 3P   | 4                        | ≤ 1,5                              | -     | -                | 230/400                         | 340   | -   | -                |
| TT a TN-S           | iPF K 40 3P+N |                          | -                                  | ≤ 1,5 | ≤ 1,5            |                                 | -   | 260 | 340              |
| <b>iPF K 20</b>     |               |                          |                                    |       |                  |                                 |   |     |                  |
| TN                  | iPF K 20 1P   | 1                        | ≤ 1,1                              | -     | -                | 230                             | 340   | -   | -                |
| TT a TN-S           | iPF K 20 1P+N | 2                        | -                                  | ≤ 1,5 | ≤ 1,1            |                                 | -   | 260 | 340              |
| TN-C                | iPF K 20 3P   | 4                        | ≤ 1,1                              | -     | -                | 230/400                         | 340   | -   | -                |
| TT a TN-S           | iPF K 20 3P+N |                          | -                                  | ≤ 1,5 | ≤ 1,1            |                                 | -   | 260 | 340              |

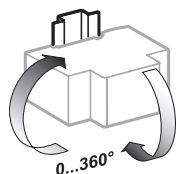
## Pripojenie



| Typ   | Uťahovací moment | Medené káble            |                         |
|-------|------------------|-------------------------|-------------------------|
|       |                  | Pevný                   | Ohybný alebo s dutinkou |
| iPF K | 3,5 N.m          | 25 mm <sup>2</sup> max. | 16 mm <sup>2</sup> max. |



Nacvaknutie na DIN lištu 35 mm.

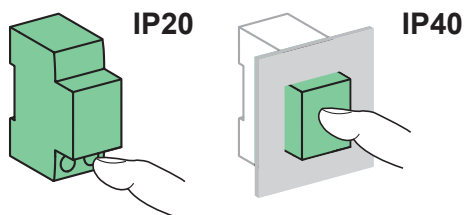


Nezávislá poloha inštalácie.

## Technické údaje

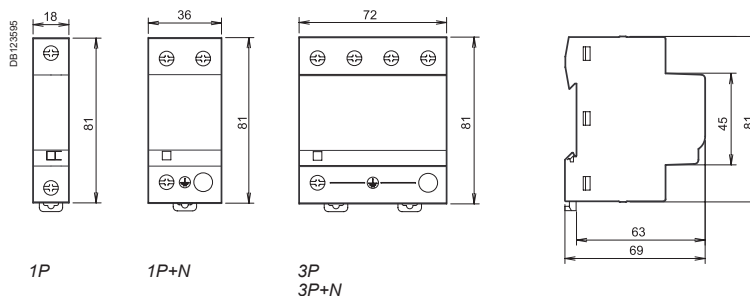
| Hlavné charakteristiky                             |  |   |
|--|--|---|
| Prevádzková frekvencia                             |  | 50/60 Hz  |
| Menovité napätie siete ( $U_n$ )                   |  | 230/400 V AC $\pm$ 10%  |
| Trvalý prevádzkový prúd ( $I_c$ )                  |  | < 5 mA  |
| Doba odozvy  |  | < 25 ns   |
| Výdržný skratový prúd ( $I_{SCCR}$ )               |  | 25 kA (50 Hz)   |
| Krátkodobé prevádzkové prepätie ( $U_r$ ) NN siet' | $U_r$ (L-N)  | 337 V AC / 5 s  |
|  | $U_r$ (L-PE)   | 442 V AC/120 min  |
| Krátkodobé prevádzkové prepätie ( $U_r$ ) VN siet' | $U_r$ (N-PE)   | 1200 V AC/200 ms  |
|  | $U_r$ (L-PE)   | 1453 V AC / 200 ms  |
| Zemný reziduálny prúd ( $I_{FE}$ )                 | $I_{FE}$ (L-PE)  | 1P: $\leq$ 5 mA<br>3P: $\leq$ 25 mA   |
|  | $I_{FE}$ (N-PE)  | 3 $\mu$ A pre 1P+N, 3P+N  |
|  | Signalizácia konca životnosti mechanickým ukazovateľom | Zelená<br>Červená   |
| Ďalšie charakteristiky                             |  |   |
| Stupeň krytia (IEC 60529)                          | Samotný prístroj                                       | IP20 (zabudovaný)   |
|  | V rozvádzači   | IP40  |
| Prevádzková teplota                                |  | -25°C až +60°C  |
| Vlhkosť  |  | 5 % až 95 %   |
| Certifikáty  |  | IEC 61643-11: 2011 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">T2</span> |

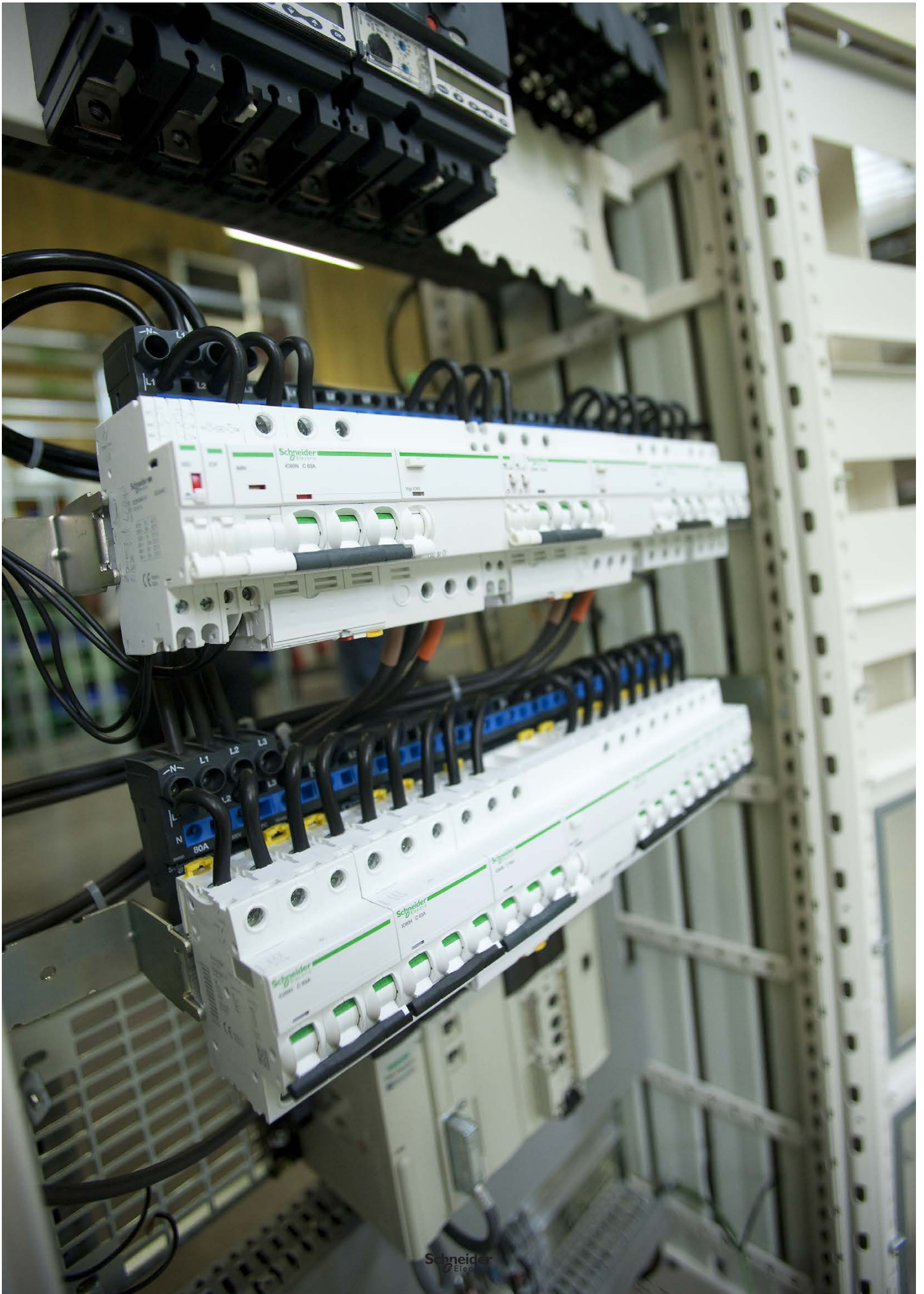
## Hmotnosť (g)



| Zvodič prepätia |       |
|-----------------|-------|
| Typ             | iPF K |
| 1P              | 125   |
| 1P+N            | 210   |
| 3P              | 335   |
| 3P+N            | 420   |

## Rozmery (mm)





Každý zvodič prepätia tohto radu má špecifické využitie:

**typ 2**

- iPRD65r sú určené pre veľmi vysokú úroveň rizika (silno exponované lokácie)
- iPRD40(r) sú určené pre vysokú úroveň rizika
- iPRD20(r) sú určené pre strednú úroveň rizika

**typ 3**

- iPRD8 (r) zabezpečuje sekundárnu ochranu zátiaží a inštaluje sa do kaskády s prepäťovými ochranami prívodu. Tento zvodič prepätia sa vyžaduje, keď sú chránené zariadenia ďalej ako 10 m od zvodiča prepätia na prívode.

Zvodiče prepätia iPRD s označením „r“ sú vybavené signalizačnými kontaktmi pre signalizáciu konca životnosti.

## Typové označenie zvodičov prepätia iPRD



2P



4P

| Max. výbojový prúd (I <sub>max</sub> )                                    | Menovitý výbojový prúd (I <sub>n</sub> )         | Typ ochrany |       | Sieť       |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
|---|--|-------------|-------|------------|--|------------|--|------|------|----------|----|----------|----------|----------|--|
|   |  | Typ 2       | Typ 3 | N L1 L2 L3 |  | N L1 L2 L3 |  | 1P+N | 3P+N | 1P       | 2P | 3P       | 4P       |          |  |
| <b>iPRD65</b>   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
| 65 kA<br>Veľmi vysoká úroveň rizika (silne exponované miesta)             | 20 kA  | iPRD65      |       |            |  |            |  |      |      | A9L65101 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L65501   |  |            |  |      |      | A9L65201 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    | A9L65301 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L65401 |  |
| <b>iPRD40</b>   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
| 40 kA<br>Vysoká úroveň rizika   | 15 kA  | iPRD40      |       |            |  |            |  |      |      | A9L40101 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L40501   |  |            |  |      |      | A9L40100 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L40500   |  |            |  |      |      |          |    | A9L40201 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    | A9L40200 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L40301 |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L40300 |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    | A9L40401 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          | A9L40400 |          |  |
| <b>iPRD20</b>   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
| 20 kA<br>Stredná úroveň rizika  | 5 kA   | iPRD20      |       |            |  |            |  |      |      | A9L20100 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L20501   |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L20500   |  |            |  |      |      |          |    | A9L20200 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L20300 |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          | A9L20601 |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          | A9L20600 |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L20400 |  |
| <b>iPRD8</b>  |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
| 8 kA<br>Pre ochranu zariadení vzdialených viac ako 10 m od zvodiča typu 2 | 2,5 kA<br>Skúšobné napätie U <sub>oc</sub> 10 kV | iPRD8       |       |            |  |            |  |      |      | A9L08100 |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L08501   |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       | A9L08500   |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    | A9L08200 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L08300 |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    | A9L08600 |          |          |  |
|   |  |             |       |            |  |            |  |      |      |          |    |          |          | A9L08400 |  |

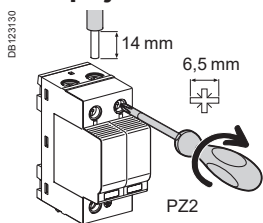


Náhradný modul

| Náhradné vložky iPRD |                             |                  |
|----------------------|-----------------------------|------------------|
| Typ                  | Náhradné vložky pre         | Typové označenia |
| iPRD 65-350          | iPRD65r                     | A9L65102         |
| iPRD 40-350          | iPRD40, iPRD40r             | A9L40102         |
| iPRD 20-350          | iPRD20, iPRD20r             | A9L20102         |
| iPRD 8-350           | iPRD8, iPRD8r               | A9L08102         |
| iPRD Neutral         | Všetky výrobky (1P+N, 3P+N) | A9L00002         |

|               | Uzemňovacia sústava | Signalizačný kontakt | Názov prepäťovej ochrany 9 mm | Šírka v 18 mm moduloch | Up – Ochranná napäťová úroveň (kV) |                  |       | Un – (V) Menovité napätie siete | Uc – (V) Maximálne trvalé prevádzkové napätie |                  |     |  |
|---------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|-------|---------------------------------|---|------------------|-----|--|
|               |                     |                      |                               |                        | Pozdĺžne prepätie                  | Priečne prepätie |       |                                 | Pozdĺžne prepätie                             | Priečne prepätie |     |  |
|               |                     |                      |                               |                        | L/±                                | N/±              | L/N   |                                 |   |                  |     |  |
| <b>iPRD65</b> |                     |                      |                               |                        |                                    |                  |       |                                 |   |                  |     |  |
| A9L65101      | TT & TN             | Áno                  | iPRD65r 1P                    | 1                      | ≤ 1,5                              | -                | -     | 230                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L65501      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD65r 1P+N                  | 2                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,5 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L65201      | TN-C-S              | Áno                  | iPRD65r 2P                    |                        | ≤ 1,5                              | ≤ 1,5            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L65301      | TN-C                | Áno                  | iPRD65r 3P                    | 3                      | ≤ 1,5                              | -                | -     | 230/400                         | 350   | -                | -   |  |
| A9L65601      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD65r 3P+N                  | 4                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,5 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L65401      | TN-C-S              | Áno                  | iPRD65r 4P                    |                        | ≤ 1,5                              | ≤ 1,5            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L40101      | TT & TN             | Áno                  | iPRD40r 1P                    | 1                      | ≤ 1,6                              | -                | -     | 230                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L40100      | TT & TN             |                      | iPRD40 1P                     |                        | ≤ 1,6                              | -                | -     | -                               | 350   | -                | -   |  |
| A9L40501      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD40r 1P+N                  | 2                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,6 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L40500      | TT & TN-S           |                      | iPRD40 1P+N                   |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,6 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L40201      | TN-C-S              | Áno                  | iPRD40r 2P                    |                        | ≤ 1,6                              | ≤ 1,6            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L40200      | TN-C-S              |                      | iPRD40 2P                     |                        | ≤ 1,6                              | ≤ 1,6            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L40301      | TN-C                | Áno                  | iPRD40r 3P                    | 3                      | ≤ 1,6                              | -                | -     | 230/400                         | 350   | -                | -   |  |
| A9L40300      | TN-C                |                      | iPRD40 3P                     |                        | ≤ 1,6                              | -                | -     | 350                             | -   | -                | -   |  |
| A9L40601      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD40r 3P+N                  | 4                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,6 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L40600      | TT & TN-S           |                      | iPRD40 3P+N                   |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,6 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L40401      | TN-C-S              | Áno                  | iPRD40r 4P                    |                        | ≤ 1,6                              | ≤ 1,6            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L40400      | TN-C-S              |                      | iPRD40 4P                     |                        | ≤ 1,6                              | ≤ 1,6            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| <b>iPRD20</b> |                     |                      |                               |                        |                                    |                  |       |                                 |   |                  |     |  |
| A9L20100      | TT & TN             |                      | iPRD20 1P                     | 1                      | ≤ 1,2                              | -                | -     | 230                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L20501      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD20r 1P+N                  | 2                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L20500      | TT & TN-S           |                      | iPRD20 1P+N                   |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L20200      | TN-C-S              |                      | iPRD20 2P                     |                        | ≤ 1,2                              | ≤ 1,2            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L20300      | TN-C                |                      | iPRD20 3P                     | 3                      | ≤ 1,2                              | -                | -     | 230/400                         | 350   | -                | -   |  |
| A9L20601      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD20r 3P+N                  | 4                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L20600      | TT & TN-S           |                      | iPRD20 3P+N                   |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L20400      | TN-C-S              |                      | iPRD20 4P                     |                        | ≤ 1,2                              | ≤ 1,2            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| <b>iPRD8</b>  |                     |                      |                               |                        |                                    |                  |       |                                 |   |                  |     |  |
| A9L08100      | TT & TN             |                      | iPRD8 1P                      | 1                      | ≤ 1,2                              | -                | -     | 230                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L08501      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD8r 1P+N                   | 2                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L08500      | TT & TN-S           |                      | iPRD8 1P+N                    |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L08200      | TN-C-S              |                      | iPRD8 2P                      |                        | ≤ 1,2                              | ≤ 1,2            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |
| A9L08300      | TN-C                |                      | iPRD8 3P                      | 3                      | ≤ 1,2                              | -                | -     | 230/400                         | 350   | -                | -   |  |
| A9L08601      | TT & TN-S           | Áno                  | iPRD8r 3P+N                   | 4                      | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L08600      | TT & TN-S           |                      | iPRD8 3P+N                    |                        | -                                  | ≤ 1,4            | ≤ 1,2 | -                               | -   | 260              | 350 |  |
| A9L08400      | TN-C-S              |                      | iPRD8 4P                      |                        | ≤ 1,2                              | ≤ 1,2            | -     | 350                             | 350   | -                | -   |  |

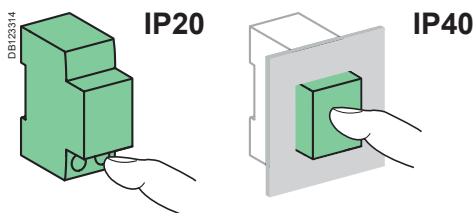
## Pripojenie vodičov prepätia iPRD



| Typ  | Uťahovací moment | Medené vodiče                         |                                     |
|------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|      |                  | Plnέ                                  | Zlantené alebo s koncovkou          |
| iPRD | 3,5 N.m          | 2,5 až 25 mm <sup>2</sup><br>DB122945 | 4 až 16 mm <sup>2</sup><br>DB122946 |

## Technické údaje zvodičov prepätia iPRD

| Hlavné vlastnosti   |                        |                             |
|---|------------------------|-----------------------------|
| Prevádzková frekvencia  |                        | 50/60 Hz                    |
| Prevádzkové napätie (U <sub>e</sub> )                         |                        | 230/400 V AC ±10 %          |
| Trvalý prevádzkový prúd (I <sub>c</sub> )                     |                        | < 1 mA                      |
| Doba odozvy   |                        | < 25 ns                     |
| Výdržný skratový prúd (I <sub>scrr</sub> )                    |                        | 50 kA (50 Hz)               |
| Krátkodobé výdržné prepätie (U <sub>r</sub> )                 | U <sub>r</sub> (L-N)   | 337 V AC / 5 s              |
|   | U <sub>r</sub> (L-PE)  | 442 V AC / 5 s              |
| Krátkodobé prepätie <b>Bezpečná porucha</b> (U <sub>r</sub> ) | U <sub>r</sub> (N-PE)  | 1200 V AC / 200 ms          |
|   | U <sub>r</sub> (L-PE)  | 1453 V AC / 200 ms          |
| Reziduálny prúd (I <sub>PE</sub> )                            | I <sub>PE</sub> (L-PE) | 600 μA pre 1P, 2P, 3P, 4P   |
|   | I <sub>PE</sub> (N-PE) | 3 μA pre 1P+N, 3P+N         |
| Indikácia správnej funkcie: mechanickým indikátorom           | Bielá                  | V prevádzke                 |
|   | Červená                | Vložku je potrebné vymeniť  |
| Diaľková indikácia správnej funkcie                           |                        | Kontakt Z, V 250 V / 0,25 A |



| Ďalšie vlastnosti         |                               |  |
|---------------------------|-------------------------------|--|
| Krytie (podľa IEC 60529)  | Priístroj                     | IP20 z čela  |
|                           | Priístroj v modul. rozvádzači | IP40   |
| Prevádzková teplota       |                               | -25°C až +60°C   |
| Rozsah vlhkosti           |                               | 5 % až 95 %  |
| Typ pripojovacích svoriek |                               | S otvorom, 2,5 až 35 mm <sup>2</sup>                           |
| Normy                     |                               | IEC 61643-11: 2011 [T2], [T3] a EN 61643-11: 2012 Typ 2, Typ 3 |

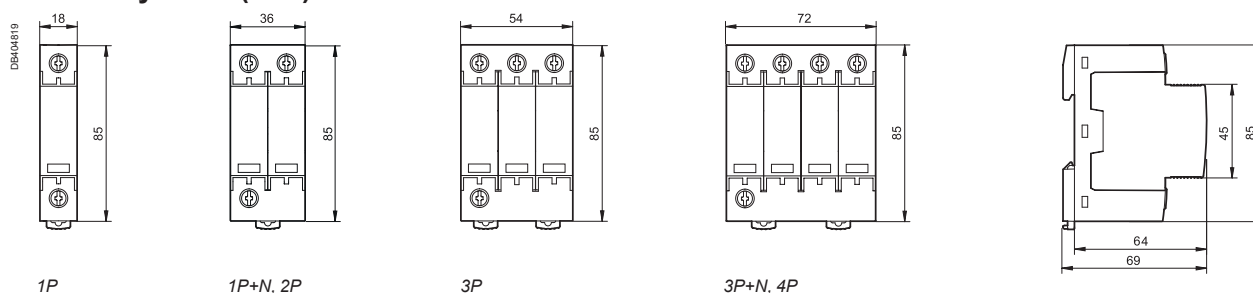
## Kombinácia zvodiča prepätia a ističa

| Typ prepät'ovej ochrany | Vhodný istič (1- až 4-pólová ochrana) |
|-------------------------|---------------------------------------|
| iPRD65                  | Charakteristika C 50 A                |
| iPRD40                  | Charakteristika C 40 A                |
| iPRD20                  | Charakteristika C 25 A                |
| iPRD8                   | Charakteristika C 20 A                |

## Hmotnosť (g)

| Zvodič prepätia | iPRD |
|-----------------|------|
| Typ             |      |
| 1P              | 115  |
| 1P+N, 2P        | 220  |
| 3P              | 340  |
| 3P+N, 4P        | 450  |

## Rozmery iPRD (mm)





## Zvodiče prepätia iPRD

PB110281-140

**Indikácia správnej funkcie**

- Mechanický indikátor
- biela: v prevádzke
- červená: vložku je potrebné vymeniť



**Svorky**

- IP20

■ Signalizačný kontakt

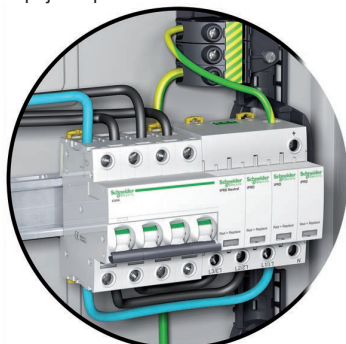


## Zapojenie zvodiča prepätia a ističa

### TT / TN-S

Napájanie zhora  
Zapojenie pomocou káblov

PB110281-50



Zvodič prepätia iPRD 3P + N + iC60N 3P +

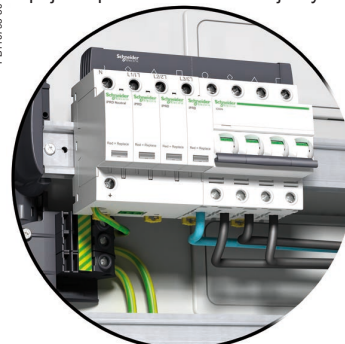
### Možnosť obrátenia

■ Zvodič prepätia je možné obrátiť, aby bolo možné viesť fázové/nulové/uzemňovacie vodiče zhora alebo zdola

### TT / TN-S

Napájanie zdola  
Zapojenie pomocou hrebeňovej lišty

PB110793-50

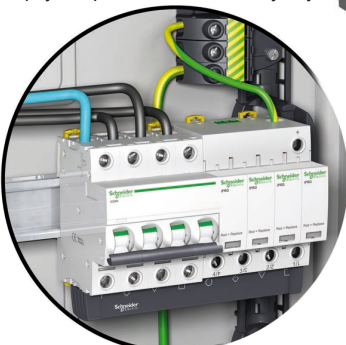


Zvodič prepätia iPRD 3P + N + iC60N 3P + N

### TNC-S s nulovým vodičom

Napájanie zhora  
Zapojenie pomocou hrebeňovej lišty

PB110729-50

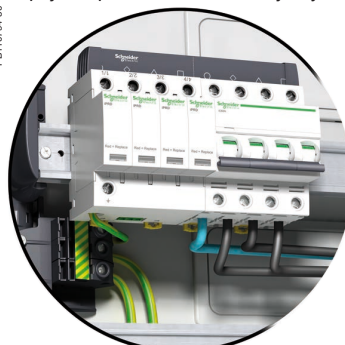


Zvodič prepätia iPRD 4P + iC60N 4P

### TNC-S s nulovým vodičom

Napájanie zdola  
Zapojenie pomocou hrebeňovej lišty

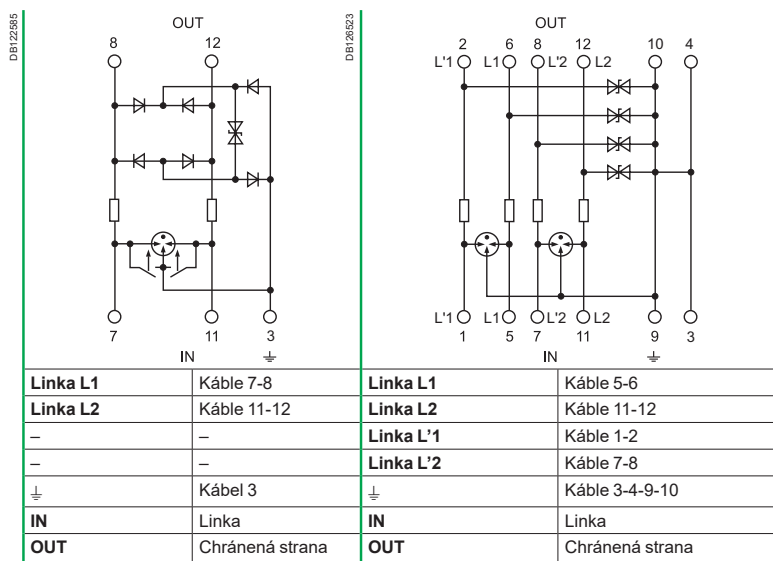
PB110794-50



Zvodič prepätia iPRD 4P + iC60N 4P

**Ochrana analógových telefónnych liniek:** Prepät'ové ochrany iPRC zapojené do série so súkromnými inštaláčnymi vstupmi poskytujú ochranu telefónom, telefónnym ústredňam, modemom (vrátane ADSL) atď.

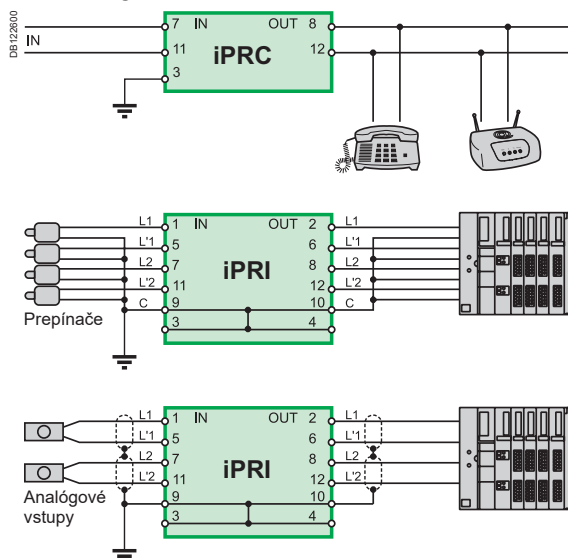
**Ochrana 2 nízkopróúdových liniek bez spoločného potenciálu alebo 4 liniek so spoločným referenčným potenciálom:** iPRI chráni meracie prístroje, „senzorové“ vstupy do PLC a vstupy DC zdrojov do 53 V a vstupy AC zdrojov do 37 V. Vstupný prúd nesmie presiahnuť 300 mA.

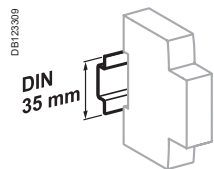


## Typové označenia

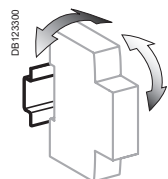
| Prepät'ová ochrana                      | iPRC                | iPRI            |
|---|---------------------|-----------------|
| <b>Sieťové napätie (Un)</b>             | <b>&lt;130 V AC</b> | <b>48 V DC</b>  |
| Analógový telefónny systém              | ■                   | –               |
| Telefónny vysielateľ                    | ■                   | –               |
| Digitálny telefónny systém              | –                   | ■               |
| Automatizačná sieť                      | –                   | ■               |
| Napájanie malým napätím VLV (12...48 V) | –                   | ■               |
| xDSL kompatibilita                      | ■                   | –               |
| <b>Typové označenie</b>                 | <b>A9L16337</b>     | <b>A9L16339</b> |
| Šírka v 18mm moduloch                   | 1                   | 1               |

## Schémy

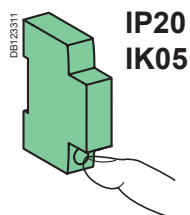




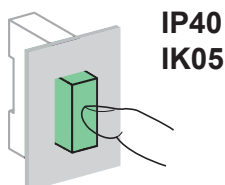
Nacvaknutie na DIN lištu 35 mm.



± 30° vertikálne.

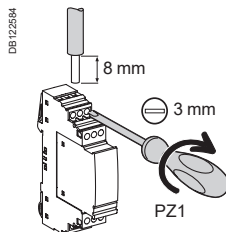


**IP20  
IK05**



**IP40  
IK05**

## Zapojenie



| Uťahovací moment | Medené káble             |                                    |
|------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                  | Plné                     | Zlazené alebo s káblovou koncovkou |
| 0,8 N.m          | 0,2 až 4 mm <sup>2</sup> | 0,2 až 2,5 mm <sup>2</sup>         |

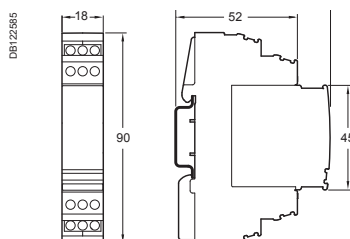
## Technické údaje

| Hlavné vlastnosti                     |                         |                      |      |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|------|
|                                       | iPRC                    | iPRI                 |      |
| Počet chránených línií                | 2                       | 2                    |      |
| Kategória testovania IEC/VDE          | C1, C2, C3, D1, B2      | C1, C2, C3, D1, B2   |      |
| Maximálne trvalé napätie (Uc)         | 180 V DC, 130 V AC      | 53 V DC, 37 V AC     |      |
| Ochranná úroveň (Up)                  | 300 V                   | 70 V                 |      |
| Menovitý výbojový prúd (8/20) (In)    | 10 kA                   | 10 kA                |      |
| Maximálny výbojový prúd (8/20) (Imax) | 18 kA                   | 10 kA                |      |
| Doba odozvy                           | < 500 ns                | ≤ 1 ns               |      |
| Menovitý impulzný prúd                | 100 A                   | 70 A                 |      |
| Menovitý prúd (I <sub>N</sub> )       | 450 mA (až do 45 °C)    | 300 mA (až do 45 °C) |      |
| Sériový odpor                         | 2,2 Ω                   | 4,7 Ω                |      |
| Indikácia konca životnosti            | Strata vytáčacieho tónu | Výpadok prenosu      |      |
| Ďalšie vlastnosti                     |                         |                      |      |
| Stupeň krytia                         | Iba prístroj            | IP20                 | IP20 |
|                                       | Prístroj v rozvádzači   | IP40                 | IP40 |
|                                       | IK                      | 05                   | 05   |
| Prevádzková teplota                   | -25 °C až +60 °C        | -25 °C až +60 °C     |      |
| Teplota skladovania                   | -40 °C až +85 °C        | -40 °C až +85 °C     |      |

## Hmotnosť (g)

| Prepät'ové ochrany |      |      |
|--------------------|------|------|
| Typ                | iPRC | iPRI |
|                    | 25   | 65   |

## Rozmery (mm)



# Zvodiče prepätia pre fotovoltaické inštalácie typ 2 – odnímateľné iPRD PV-DC

UTE C 61740-51 T2  
EN 50539-11: 2013 T2



iPRD 40r 800PV

Prepät'ové ochrany iPRD-DC pre jednosmerný prúd sú určené na ochranu pred prepätím spôsobeným údermi bleskov: a to „jednosmerných“ vstupov meničov a fotovoltaických panelov.

Prepät'ové ochrany by mali byť nainštalované v rozvádzači vo vnútri budovy. Ak sú vo vonkajšom rozvádzači, vonkajší rozvádzač by mal byť chránený pred pôsobením poveternostných podmienok.

Prepät'ové ochrany iPRD-DC s vymeniteľnými vložkami umožňujú rýchlu výmenu poškodených vložiek.

Poskytujú tiež diaľkové signalizovanie poškodenej vložky a potrebu výmeny vložky.

## Typové označenia

| Vnútrotná schéma       | $I_{max}$ (kA)<br>Max. výbojový prúd | Menovitý výbojový prúd | $U_p$ (kV)<br>Ochranná napät'ová úroveň<br>L+/L-, L-/L-, L+/L- | $U_{CPV}$ (V) <sup>(1)</sup><br>Maximálne trvalé pracovné napätie<br>L+/L-, L-/L-, L+/L- | Šírka v 18mm moduloch | Kat. č.  |
|------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|--|-----------------------|----------|
| <b>iPRD 40r 800PV</b>  | 40                                   | 15                     | 3  | 800  | 3                     | A9L40271 |
| DB124052               |                                      |                        |  |  |                       |          |
| <b>iPRD 40r 1000PV</b> | 40                                   | 15                     | 3,9  | 1000   | 3                     | A9L40281 |
| DB124052               |                                      |                        |  |  |                       |          |

(1)  $U_{cpv} \geq 1,2 \times U_{oc\ stc}$  ( $U_{oc\ stc}$ : maximálne napätie fotovoltaického generátora bez zaťaženia „údaje výrobcu fotovoltaického panela“)

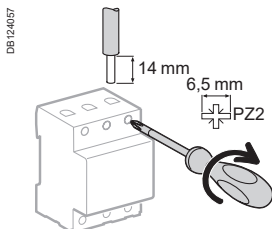


Náhradné vložky

| Náhradné vložky |                     |          |
|-----------------|---------------------|----------|
| Typ             | Náhradné vložky pre | Kat. č.  |
| C 40-800PV      | iPRD 40r 800PV      | A9L40172 |
| C 40-1000PV     | iPRD 40r 1000PV     | A9L40182 |

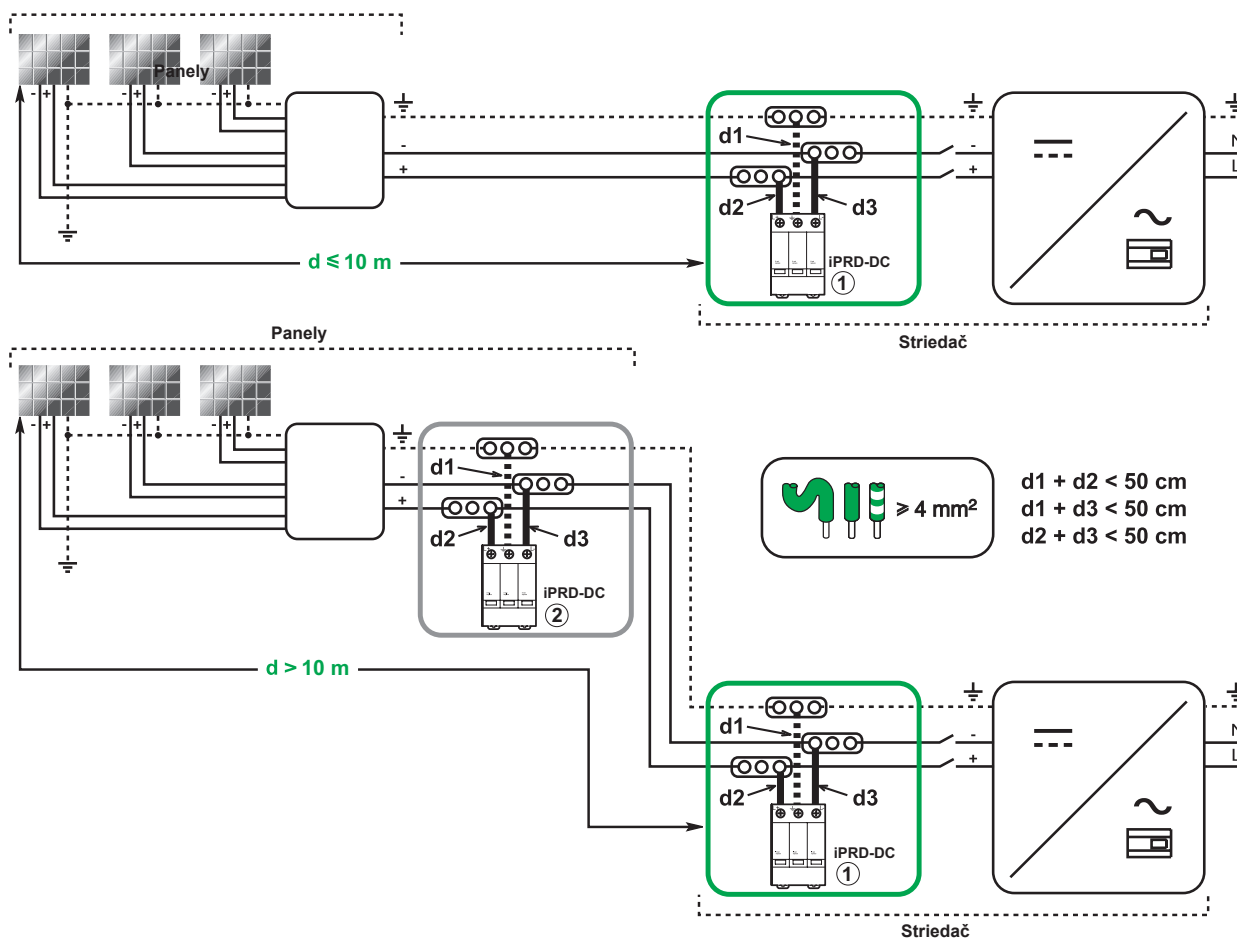
# Zvodiče prepätia pre fotovoltaické inštalácie typ 2 – odnímateľné iPRD PV-DC

## Pripojenie

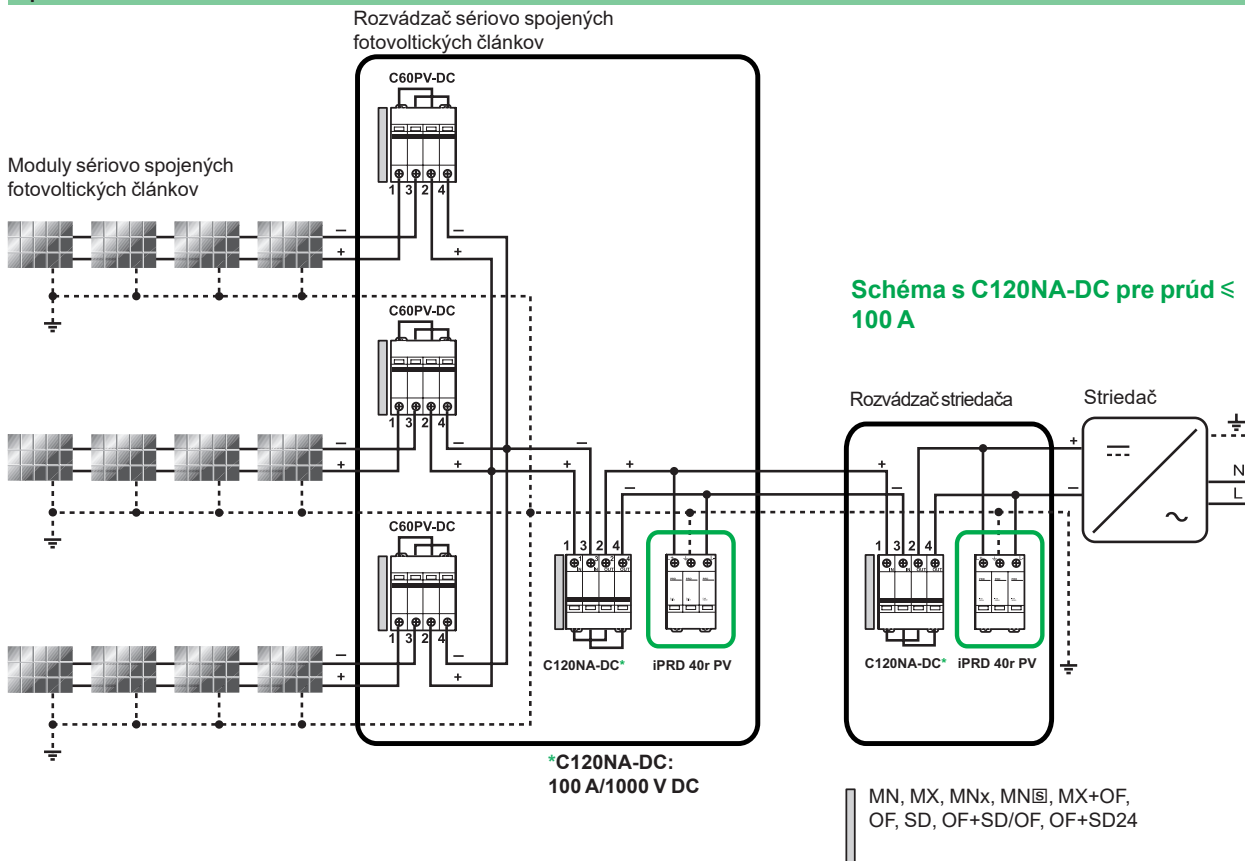


| Typ        | Uťahovací moment | Medené káble              |                                 |
|------------|------------------|---------------------------|---------------------------------|
|            |                  | Pevné                     | Zlantené a s káblovou koncovkou |
| iPRD PV-DC | 3,5 N.m          | 2,5 až 25 mm <sup>2</sup> | 2,5 až 16 mm <sup>2</sup>       |

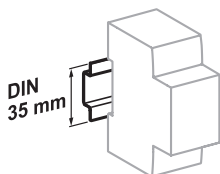
V závislosti od vzdialenosti medzi inštaláciou panelu a strieďačom môže byť potrebné inštalovať dva alebo viac zvodičov prepätia pre zabezpečenie dostatočnej ochrany oboch častí.



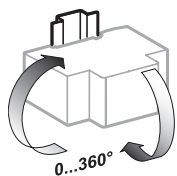
**Aplikačná schéma**



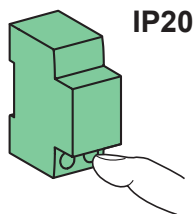
# Zvodiče prepätia pre fotovoltaické inštalácie typ 2 – odnímateľné iPRD PV-DC



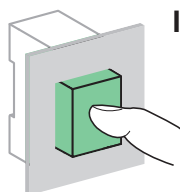
Nacvaknutie na DIN lištu 35 mm.



Lubovoľná poloha



IP20



IP40

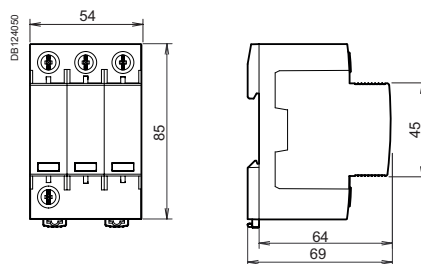
## Technické údaje

| Hlavné vlastnosti                               |   |  |                            |
|---|---|--|----------------------------|
| Typ siete                                       |   | Izolovaná jednosmerná sieť                       |                            |
| Maximálne trvalé pracovné napätie ( $U_{CPV}$ ) | iPRD 40r 800PV  | 800 V  |                            |
|   | iPRD 40r 1000PV   | 1000 V   |                            |
| Doba odozvy                                     |   | < 25 ns  |                            |
| Trvalý pracovný prúd ( $I_c$ )                  |   | < 1 mA   |                            |
| Skratový prúd ( $I_{SCPV}$ )                    |   | 200 A  |                            |
| Typ zvodičov prepätia                           |   | Typ 2  |                            |
| Zemný reziduálny prúd                           | $I_{PE}$ (AC)   | 600 $\mu$ A                                      |                            |
|   | $I_{PE}$ (DC)   | 60 $\mu$ A                                       |                            |
| Režim signalizácie konca životnosti             |   | Obvod rozpojený zabudovaným tepelným odpojovačom |                            |
| Ďalšie vlastnosti                               |   |  |                            |
| Stupeň ochrany krytom (IEC 60529)               | Samotný prístroj  | IP20   |                            |
|   | V rozvádzači  | IP40   |                            |
|   | Nárazy  | IK03   |                            |
| Indikácia konca životnosti                      | Podľa vložiek   | Biely  | Prevádzkyschopný           |
|   |   | Červený  | Je potrebné vymeniť vložku |
|   | Podľa signalizačného kontaktu (Zap/Vyp) 250 V AC / 0,25 A |  |                            |
| Prevádzková teplota                             |   | -25 °C až +60 °C                                 |                            |
| Teplota skladovania                             |   | -40 °C až +85 °C                                 |                            |
| Rozsah vlhkosti                                 |   | 5 % až 95 %                                      |                            |
| Normy   |   | UTE C 61740-51 T2<br>EN 50539-11: 2013 T2        |                            |

## Hmotnosť (g)

| Zvodiče prepätia |     |
|------------------|-----|
| Typ              |     |
| iPRD 40r 800PV   | 400 |
| iPRD 40r 1000PV  | 400 |

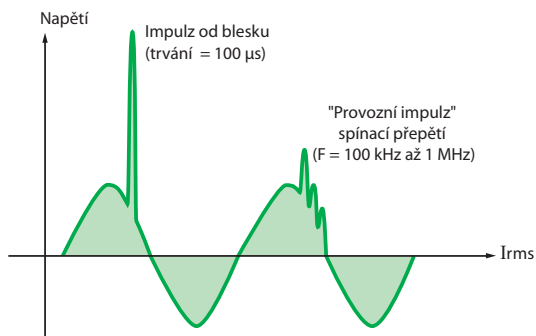
## Rozmery (mm)



## 1.1 Definície prepätí

### Rôzne typy prepätí

Prepätie je napätový impulz alebo vlna, ktorá zvyšuje menovité napätie siete (pozri Obr. 1).

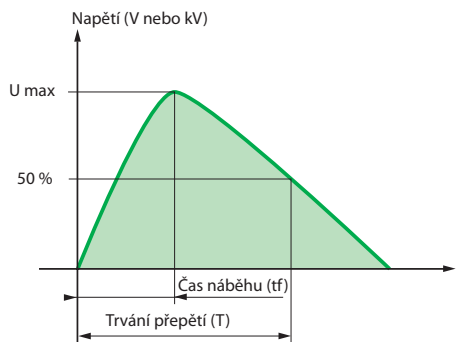


Obr. 1: Príklady prepätia

Tento druh prepätia je charakterizovaný (pozri Obr. 2):

- časom nábehu  $t_f$  (v  $\mu\text{s}$ );
- stúpaním (gradientom)  $S$  (v  $\text{kV}/\mu\text{s}$ ).

Prepätie ruší zariadenia a vytvára elektromagnetické žiarenie. Okrem iného, čas trvania prepätia ( $T$ ) vytvára v elektrických obvodoch výkonové špičky, ktoré môžu zariadenia zničiť.



Obr. 2: Hlavné charakteristiky prepätia

Elektrickú inštaláciu a záťaž môžu rušiť štyri typy prepätí:

- Prepätia vznikajúce pri spínaní: vysokofrekvenčné prepätia alebo nárazové rušenie (pozri Obr. 1) spôsobené zmenami ustálených stavov v elektrickej sieti (pri spínaní vypínačov, ističov atď.).
- Výkonové prepätia: prepätia rovnakej frekvencie ako sieťová (50, 60 alebo 400 Hz) spôsobené trvalými zmenami stavu siete (následkom porúch: porucha izolácie, prerušenie nulového vodiča a pod.).
- Prepätia spôsobené elektrostatickými výbojmi: veľmi krátke prepätia (pár nanosekúnd) s veľmi vysokou frekvenciou spôsobené vybijaním nahromadenej statickej elektriny (napríklad: osoba prechádzajúca sa po koberci s izolovanými podrážkami je nabitá na niekoľko kilovoltov).
- Prepätia spôsobené atmosférickými vplyvmi.



## 1.2 Charakteristiky prepätí spôsobených atmosférickými vplyvmi

### Údery blesku v číslach:

Blesky produkujú mimoriadne vysoké množstvo impulznej elektrickej energie (pozri Obr. 4)

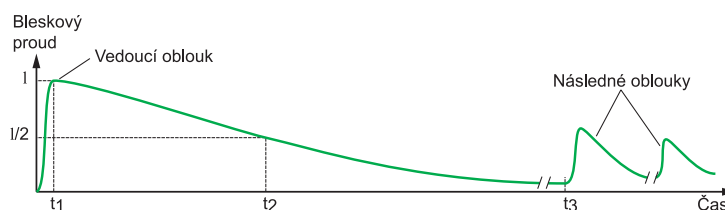
- niekoľko tisíc ampérov (a niekoľko tisíc voltov),
- s vysokou frekvenciou (približne 1 MHz),
- krátkeho trvania (od niekoľko mikrosekúnd po milisekundy).

Na celom svete prebieha neustále približne 2000 až 5000 búrok. Tieto búrky sprevádzajú blesky, ktoré predstavujú značné riziko pre osoby a zariadenia. Blesky zasiahnu zem priemerne 30 až 100 údermi za sekundu, teda ide o 3 miliardy zásahov ročne.

Tabuľka na Obr. 3 zobrazuje charakteristické hodnoty bleskov. Ako vidíme, 50 % bleskov presiahne prúdové hodnoty 33 kA a 5 % dosiahne prúdy až 65 kA. Energia nahromadená bleskami je preto veľmi vysoká.

| Pravdepodobnosť kumulácie (%) | Špičkový prúd (kA) | Gradient (kA/μs) |
|-------------------------------|--------------------|------------------|
| 95                            | 7                  | 9,1              |
| 50                            | 33                 | 24               |
| 5                             | 65                 | 65               |
| 1                             | 140                | 95               |
| 0                             | 270                |                  |

Obr. 3: Hodnota vybíjania blesku podľa normy IEC 62305



Obr. 4: Príklad bleskového prúdu

Blesky tiež spôsobujú veľké množstvo požiarov, najmä v poľnohospodárskych oblastiach (ničenie domov alebo vznik značných škôd). Výškové budovy sú obzvlášť náchylné na blesky.

## 1.3 Účinok na elektrickú inštaláciu

Blesk poškodzuje elektrické a elektronické systémy, a to hlavne: transformátory, elektromery a elektrické spotrebiče v domácnostiach aj v priemysle.

Náklady na opravy poškodení spôsobených bleskami sú veľmi vysoké. Ešte náročnejšie je odhadnúť dôsledky na:

- rušenie pôsobiace na počítače a telekomunikačné siete;
- poruchy vznikajúce v programoch programovateľných logických ovládačov v prevádzke a riadiacich systémoch.

Nakoniec sa môžu náklady za straty spôsobené prevádzkou vyšplhať oveľa vyššie ako je hodnota samotného zničeného zariadenia.

Blesk je vysokofrekvenčný elektrický jav, ktorý spôsobuje prepätie na všetkých vodivých predmetoch, najmä elektrických kábloch a zariadeniach.

### 1.3.1. Účinky bleskov

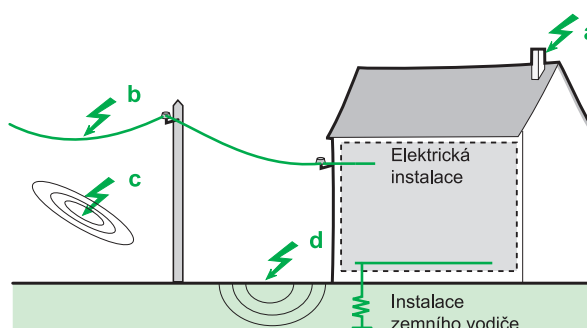
Blesk môže ovplyvniť elektrické (a/alebo elektronické) systémy v budovách dvoma spôsobmi:

- priamym zásahom blesku do budovy (pozri Obr. 5 a);
- nepriamym zásahom blesku:

Blesk môže udrieť do nadzemného vedenia napájajúceho budovu (pozri Obr. 5b). Nadprúd a prepätie sa môžu šíriť ešte niekoľko kilometrov od dopadu.

□ Blesk môže udrieť v blízkosti elektrického vedenia (pozri Obr. 5c). Následne na elektrickej sieti elektromagnetické žiarenie vyprodukuje vysoký prúd a prepätie. V posledných dvoch prípadoch sa nebezpečný prúd a napätie presúvajú prostredníctvom elektrickej siete.

□ Blesk môže udrieť v blízkosti budovy (pozri Obr. 5d). Zemný potenciál v okolí bodu dopadu nebezpečne rastie.



Obr. 5: Rôzne typy dopadu blesku.

Vo všetkých prípadoch môžu byť následky pre elektrickú inštaláciu a zariadenia katastrofálne.

| Úder blesku na nechránenú budovu.  | Úder blesku v blízkosti nadzemného vedenia.   | Úder blesku v blízkosti budovy.  |
|--|---|--|
|  |   |  |
| <p>Bleskový prúd tečie do zeme cez viac či menej vodivé časti budovy so silne deštruktívnymi účinkami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ tepelné účinky: veľmi silné prehriatie materiálu môže spôsobiť požiar,</li> <li>■ mechanický vplyv: deformácie konštrukcií,</li> <li>■ tepelné preskoky: mimoriadne nebezpečný jav v prítomnosti horľavých alebo výbušných materiálov (uhlíkovdĺky, prach atď.).</li> </ul> <p><b>Budova a inštalácia vo vnútri sú zvyčajne úplne zničené.</b></p> | <p>Bleskový prúd generuje v distribučných systémoch prepätia prostredníctvom elektromagnetickej indukcie. Tieto prepätia sa šíria pozdĺž vedenia do elektrických zariadení vo vnútri budov.</p> <p><b>Elektrická inštalácia v budove je zvyčajne úplne zničená.</b></p> | <p>Bleskový prúd generuje rovnaké typy prepätia, aké sú popísané predtým. Navyše sa bleskový prúd vracia späť zo zeme do elektrickej inštalácie a následne spôsobuje poškodenie zariadení.</p> |

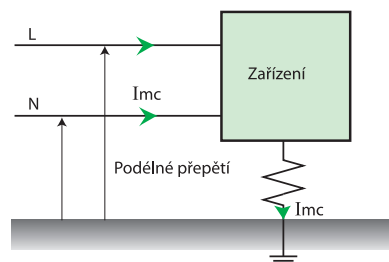
Obr. 6: Následky dopadu blesku

### 1.3.2 Rôzne režimy šírenia

#### ■ Pozdĺžne prepätie

Pozdĺžne prepätia sa objavujú medzi pracovnými vodičmi a zemou: fáza – zem alebo

nulový vodič – zem (pozri **Obr. 7**). Nebezpečné sú hlavne pre zariadenia, ktoré majú kostru pripojenú k zemi (uzemnenú) z dôvodu rizika porušenia izolácie.

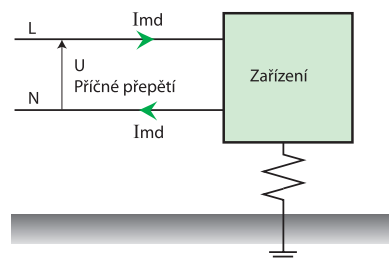


**Obr. 7:** CM – pozdĺžne prepätie

#### ■ Pričné prepätie

Priečne prepätia sa objavujú medzi pracovnými vodičmi:

fáza – fáza alebo fáza – nulový vodič (pozri **Obr. 8**). Sú zvlášť nebezpečné pre elektronické zariadenia s citlivým hardvérom, ako sú počítače a pod.



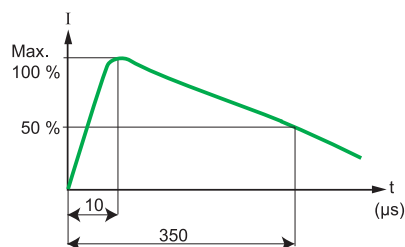
**Obr. 8:** DM – priečne prepätie

## 1.4 Charakteristika bleskovej vlny

Analýza javov nám umožňuje definovať typy bleskového prúdu a napätové vlny.

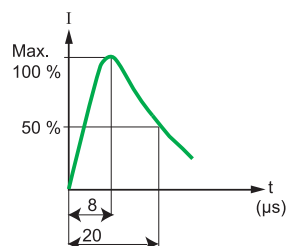
■ IEC norma definuje dva typy prúdových vln:

□ vlnu 10/350  $\mu\text{s}$ : definuje priebeh prúdu od priameho úderu bleskom (pozri **Obr. 9**); Tieto dva typy priebehov bleskových prúdov sa používajú na definovanie testov pre SPD (zvodiče prepätia) (IEC norma 61643-11) a odolnosť zariadení proti bleskovým



**Obr. 9:** prúdová vlna 10/350  $\mu\text{s}$

□ vlnu 8/20  $\mu\text{s}$ : definuje priebeh prúdu z nepriameho úderu bleskom (pozri **Obr. 10**);

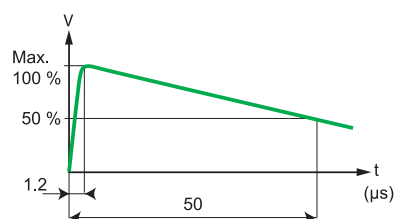


**Obr. 10:** prúdová vlna 8/20  $\mu\text{s}$

prúdom. Špičková hodnota prúdovej vlny charakterizuje intenzitu blesku.

■ **Prepätia**, ktoré vznikajú vplyvom bleskov, sú definované napätovou vlnou 1,2/50  $\mu\text{s}$  (pozri **Obr. 11**).

Tento typ vlny sa používa na overenie odolnosti zariadenia pred atmosférickým prepätím (impulzné napätie podľa IEC 61000-4-5).



**Obr. 11:** napätová vlna 1,2/50  $\mu\text{s}$

## 2.1. Všeobecné pravidlá

Systém ochrany budov pred účinkami prepätí musí zahŕňať:

- ochranu budovy pred priamym zásahom bleskov;
- ochranu elektrickej inštalácie pred priamym a nepriamym úderom bleskov.

### Postup predchádzania riziku úderu blesku

Základným princípom pre ochranu zariadenia pred rizikom úderu blesku je zabrániť, aby nebezpečná energia zasiahla citlivé zariadenia. Na dosiahnutie tohto cieľa je potrebné:

- zachytiť bleskový prúd a zvieŕť ho do zeme prostredníctvom najvodivejšej cesty (a vyhnúť sa blízkosti citlivých zariadení);
- zabezpečiť ekvipotenciálne pospájanie inštalácie; Ekvipotenciálne pospájanie sa realizuje použitím spojovacích vodičov doplnených o zvodiče prepätia (SPD) alebo iskrišťa (napr. tyčové iskrište).
- minimalizovať indukciu a nepriame účinky inštaláciou zvodičov prepätia a/alebo filtrov.

Pre eliminovanie alebo obmedzenie prepätí sa používajú dva systémy ochrany: sú známe ako systém ochrany budov (z vonkajšej strany budov) a systém ochrany elektrickej inštalácie (z vnútra budovy).

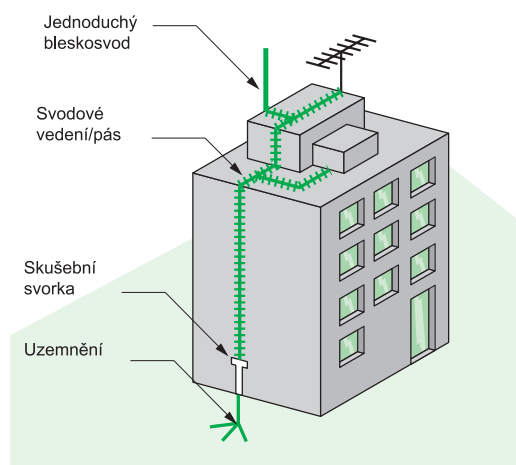
## 2.2 Systém ochrany budovy

Úlohou systému ochrany budovy je chrániť proti priamemu úderu bleskov.

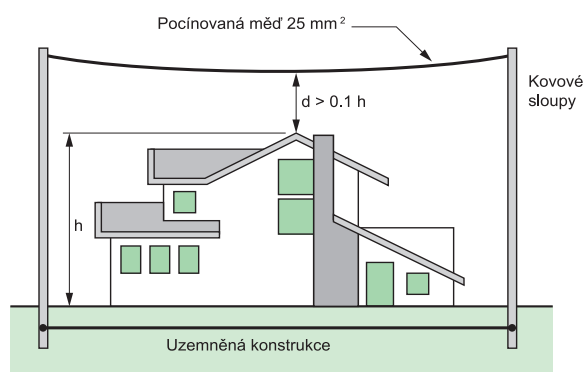
Systém tvoria:

- zachytávacia sústava: systém ochrany pred bleskom;
- zvod/zvodové vedenie navrhnuté tak, aby zvieďlo bleskový prúd do zeme;
- zemnič: vzájomne pospájané uzemnenie;
- prepojenie medzi všetkými kovovými časťami (ekvipotenciálne pospojovanie) a vedením.

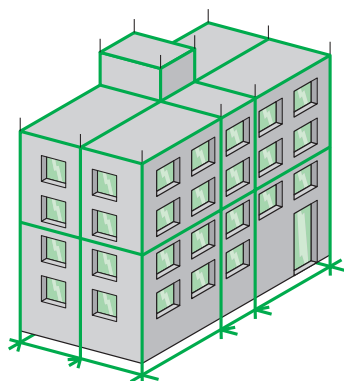
Keď sa pri pretekaní bleskového prúdu vodičmi objavia rozdiely potenciálov medzi vodičmi a rámom, ktorý je spojený so zemou, môže to spôsobiť ničivé preskoky.



Obr. 12: Bleskosvod (jednoduchá záchytná tyč)



Obr. 13: Napnuté vodiče



Obr. 14: Hustá klieťka (Faradayova klieťka)

#### ■ Oddelená sústava s napnutým vodičom

Tieto vodiče sú natiiahnuté nad chránenými budovami. Sú určené na ochranu špeciálnych priestorov: raketových základní, vojenských priestorov a na ochranu vysokonapäťových nadzemných vedení (pozri Obr. 13).

#### ■ Bleskozvod s klieťkovou sústavou (Faradayova klieťka)

Tento spôsob pozostáva z množstva zvodových vedení/pásov, ktoré sú symetricky rozmiestnené po celej budove. (pozri Obr. 14).

Tento typ zberacieho systému sa používa pre vysoko exponované budovy s veľmi citlivými inštaláciami, napr. serverovne atď.

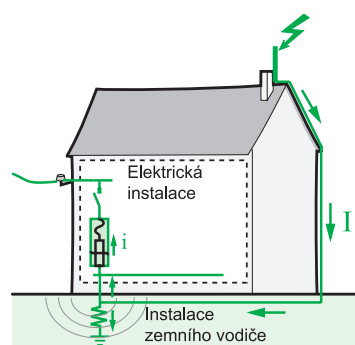
### 2.2.1 Tri typy zachytávacích sústav

Zvyčajne sa používajú tri typy zachytávacích sústav:

#### ■ Tyčová

Bleskozvod – zachytávač – tvorí kovová záchytná tyč umiestnená v hornej časti budovy. Je uzemnená jedným alebo viacerými vodičmi (často medenými pásmi) (pozri Obr. 12).

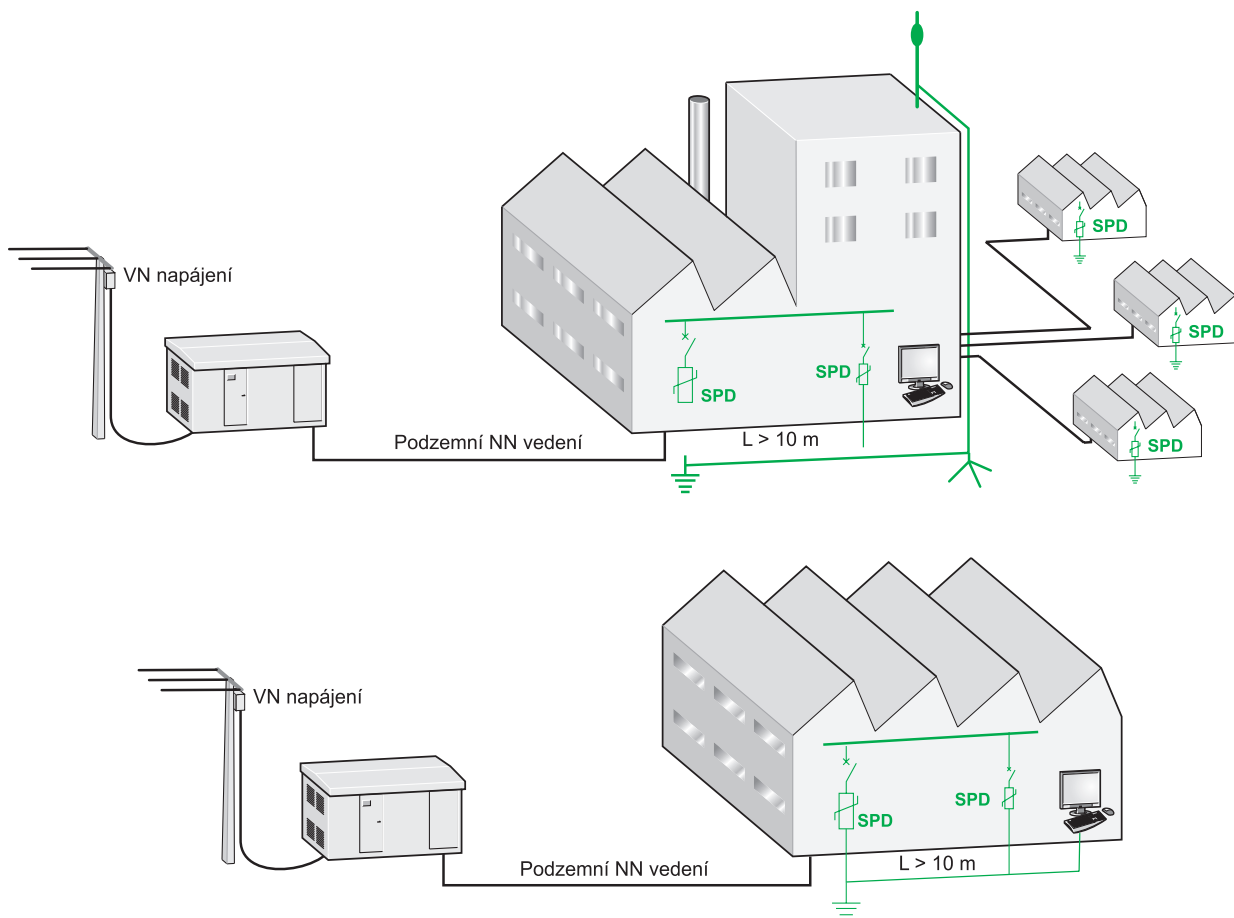
Systém ochrany budovy pred bleskom nechráni samotnú elektroinštaláciu: preto je dôležité zabezpečiť elektrickú inštaláciu zvlášť.



Obr. 15: Spätý prúd priameho zásahu

### 2.2.2 Dôsledky ochrany budov na zariadenia elektrickej inštalácie

Polovica bleskových prúdov zvedených bezpečnostným systémom budovy sa vracia naspäť uzemňovacej sústave do elektrickej inštalácie (pozri **Obr. 15**): nárast potenciálu sústavy veľmi často prekročí izolačnú pevnosť vodičov jednotlivých inštalácií (NN, telekomunikácie, video káble, atď.). Prúd pretekajúci zvodovou sústavou navyše v elektrickej inštalácii indukuje prepätia.



**Obr. 16:** Príklad ochrany elektrickej inštalácie veľkej rozlohy

Zvodič prepätia – tzv. „Surge Protection Devices“ (SPD) sa používa pre rozvodné, telefónne, komunikačné, dátové siete a komunikačné siete automatizácie.

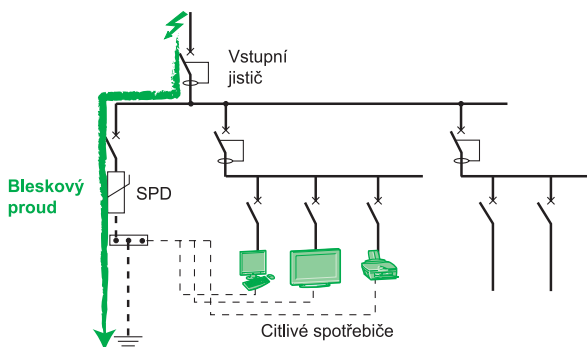
Paralelne pripojené SPD majú vysokú impedanciu. Pri prítomnosti prepätia v systéme sa ich impedancia zníži a bleskový prúd je vedený cez SPD a obchádza citlivé zariadenia.

## 2.3 Systém ochrany elektrickej inštalácie

Hlavným cieľom systému ochrany elektrickej inštalácie je obmedziť prepätia na hodnoty, ktoré sú pre zariadenia prijateľné.

Systém ochrany elektrickej inštalácie pozostáva z:

- jedného alebo viacerých SPD v závislosti od konfigurácie budovy;
- pospojovania všetkých vodivých častí budovy a inštalácie na rovnaký potenciál.



Obr. 17: Princíp paralelného systému ochrany

### 2.3.1. Realizácia

Postup ochrany elektrických a elektronických systémov je nasledovný:

#### Vyhľadanie informácií

- Identifikácia všetkých citlivých spotrebičov a zariadení a ich umiestnenie v budove.
- Identifikácia elektrických a elektronických systémov a umiestnení ich napájacích vedení.
- Overenie prítomnosti systému ochrany pred bleskom (bleskozvodu) v budove alebo v jej blízkosti.
- Zoznámenie sa s právnymi predpismi týkajúcimi sa umiestnenia a charakteru stavby.
- Odhad rizika škôd spôsobených bleskom v závislosti od geografickej polohy, typu napájania, hustoty bleskov atď.

#### Implementácia riešenia

- Inštalácia uzemnenia na uzemňovaciu mrežu.
- Inštalácia SPD vo vstupnom NN rozvádzači.
- Inštalácia prídavného SPD v každom distribučnom rozvádzači umiestnenom v blízkosti citlivých zariadení (pozri Obr. 16).

## 2.4 Zvodič prepätia (SPD)

Zvodič prepätia (SPD) je súčasťou ochranného systému elektrickej inštalácie.

Tento prístroj je paralelne pripojený k obvodu napájania záťaže, ktorú má chrániť (pozri Obr. 17).

Umožňuje použitie na všetkých úrovniach napájacej siete.

Toto je najčastejšie používaný a najefektívnejší spôsob ochrany pred prepätím.



## Princíp

|                     | Priamy úder blesku | Nepriamy úder blesku |                  |
|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| IEC 61643-1         | Test triedy I      | Test triedy II       | Test triedy III  |
| IEC 61643-11/2011   | Typ 1: <b>T1</b>   | Typ 2: <b>T2</b>     | Typ 3: <b>T3</b> |
| EN/IEC 61643-11     | Typ 1              | Typ 2                | Typ 3            |
| Bývalá VDE 0675v    | B                  | C                    | D                |
| Typ testovacej vlny | 10/350             | 8/20                 | 1,2/50 + 8/20    |

Pozn. 1: Ďalšie typy zvodíčov **T1** + **T2** (alebo Typ 1 a 2) kombinujúce ochranu pred priamym či nepriamym úderom blesku.

Pozn. 2: Niektoré zvodíče **T2** je možné deklarovať aj ako **T3**.

Obr. 18: Štandardná definícia zvodíčov prepätia

SPD sú určené na obmedzovanie prepätí atmosférického pôvodu a na zvedenie prúdovej vlny do zeme, čím sa obmedzí amplitúda tohto prepätia na hodnotu, ktorá nie je nebezpečná pre elektrickú inštaláciu a elektrické rozvádzače.

## SPD eliminuje prepätia:

- pozdĺžne prepätie – medzi fázou a zemou alebo medzi pracovnou nulou a zemou;
  - priečne napätie – medzi fázou a pracovnou nulou.
- V prípade prepätia presahujúceho nastavenú hodnotu SPD
- vedie energiu do zeme v režime pozdĺžneho prepätia;
  - distribuuje energiu do ostatných vodičov v režime priečného prepätia.

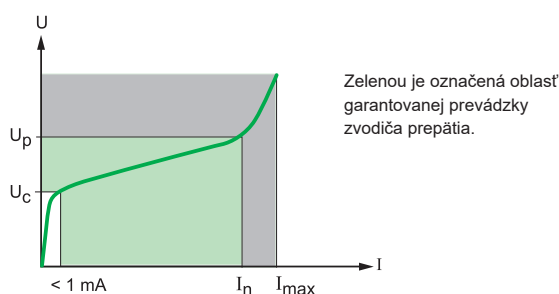
## Tri typy zvodíčov prepätia:

## ■ Zvodíčov typu 1

Zvodíčov typu 1 sa odporúča pre špecifické priemyselné budovy alebo prevádzky chránené bleskozvodom.

Prečo je  $I_n$  dôležité?

$I_n$  zodpovedá menovitému impulznému prúdu, ktorému je zvodíčov prepätia schopný odolávať najmenej 20 krát. Čím má zvodíčov vyššiu hodnotu  $I_n$ , tým má vyššiu životnosť, preto odporúčame vyberať zvodíče s vyššími hodnotami  $I_n$  ako je stanovená minimálna hodnota 5 kA.



Obr. 19: Charakteristika čas/prúd zvodíča prepätia s varistorom

Chrání elektrickú inštaláciu pred priamym zásahom blesku. Je schopný eliminovať spätný prúd od blesku šíriaceho sa zo zemného vodiča do siete. Zvodíčov typu 1 je charakterizovaný prúdovou vlnou 10/350  $\mu$ s.

## ■ Zvodíčov typu 2

Zvodíčov typu 2 je hlavným bezpečnostným prvkom systému pre všetky nízkonapäťové elektrické inštalácie. Inštaláciou do všetkých elektrických rozvádzačov predchádza šíreniu prepätia do elektrickej inštalácie a chráni spotrebiče.

Zvodíčov typu 2 je charakterizovaný prúdovou vlnou 8/20  $\mu$ s.

## ■ Zvodíčov typu 3

Tieto typy zvodíčov majú nízku vybíjajúcu schopnosť.

## ■ Definícia zvodíčov podľa normy

Prečo je  $I_{imp}$  dôležité?

Norma IEC 62305 požaduje maximálny impulzný prúd 25 kA na pól pre trojfázový systém. To znamená, že pre sieť 3P+N musí byť zvodíčov prepätia schopný vydržať celkový impulzný prúd 100 kA tečúci z bodu uzemnenia do inštalácie.

Prečo je  $I_{max}$  dôležité?

Porovnanie dvoch zvodíčov s rovnakým  $I_n$ , ale rozdielnym  $I_{max}$ : zvodíčov s vyšším  $I_{max}$  má vyššiu „bezpečnostnú rezervu“ a znesie vyšší bleskový prúd bez poškodenia.

### 2.4.1 Charakteristiky vodičov prepätia (SPD)

Medzinárodná norma IEC 61643-11, verzia 1.0 (3/2011) definuje charakteristiky a testy vodičov zapojených v nízkonapäťovej distribučnej sieti (pozri **Obr. 19**).

#### ■ Spoločné charakteristiky

□ Uc: Maximálne trvalé pracovné napätie

Je to úroveň AC alebo DC napätia, pri ktorom dochádza k aktivácii vodiča.

Táto hodnota sa určuje podľa menovitého napätia a uzemňovacieho systému siete.

□ Up: Ochranná napäťová úroveň (pri In)

Toto je maximálne napätie na svorkách vodiča, keď je aktívny. Toto napätie sa dosiahne, ak sa prúd pretekajúci vodičom rovná In. Ochrannú úroveň napätia je potrebné vybrať tak, aby bola nižšia ako maximálne impulzné napätie zariadenia.

V prípade úderu blesku zostáva zvyčajne napätie na svorkách vodiča pod hodnotou Up.

□ In: Menovitý impulzný prúd

Je to maximálna (špičková) hodnota prúdu vlny 8/20  $\mu$ s, ktorú je vodič prepätia schopný zvládnuť minimálne 20 krát.

#### ■ Vodič typu 1

□ Iimp: Impulzný prúd

Maximálna hodnota prúdovej vlny 10/350  $\mu$ s, ktorú je vodič prepätia schopný zvládnuť 5 krát.

□ Ifi: Schopnosť uhasenia následného prúdu

Uvádza sa len pre iskrišťovú technológiu.

Je to prúd (50 Hz), ktorý je vodič sám schopný prerušiť po vzniknutom oblúku.

Hodnota tohto prúdu musí byť vždy vyššia ako predpokladaný skratový prúd v mieste inštalácie.

#### ■ Vodič typu 2

□ Imax: Maximálny výbojový prúd

Maximálna hodnota prúdu vlny 8/20  $\mu$ s, ktorú je vodič schopný zvládnuť raz.

#### ■ Vodič typu 3

□ Uoc: Napätie obvodu aplikované počas typových skúšok vodičov triedy III (Typ 3).

### 2.4.2 Hlavné aplikácie

#### ■ Nízkonapäťové vodiče

Do tejto skupiny patrí veľmi široká skupina prístrojov ako z technologického hľadiska, tak aj z hľadiska použitia. Nízkonapäťové vodiče sú modulárne s jednoduchou montážou do NN rozvádzačov.

Ďalej existujú tiež vodiče s možnosťou adaptovania do zásuviek s malou vybíjacou schopnosťou.

#### ■ Vodiče pre komunikačné siete

Tieto zariadenia chránia telefónne a dátové siete a komunikačné zbernice automatizácie pred prepätím pôsobiacim zvonku (blesk) alebo zo spotrebičov (znečistenie siete, spínacie cykly atď.).

Tieto vodiče sa inštalujú aj do konektorov RJ11, RJ45, ... alebo sa integrujú priamo do spotrebičov.

Pri ochrane elektrickej inštalácie v budove platí niekoľko jednoduchých pravidiel pre výber:

- zvodíča prepätia;
- jeho ochranného prvku.

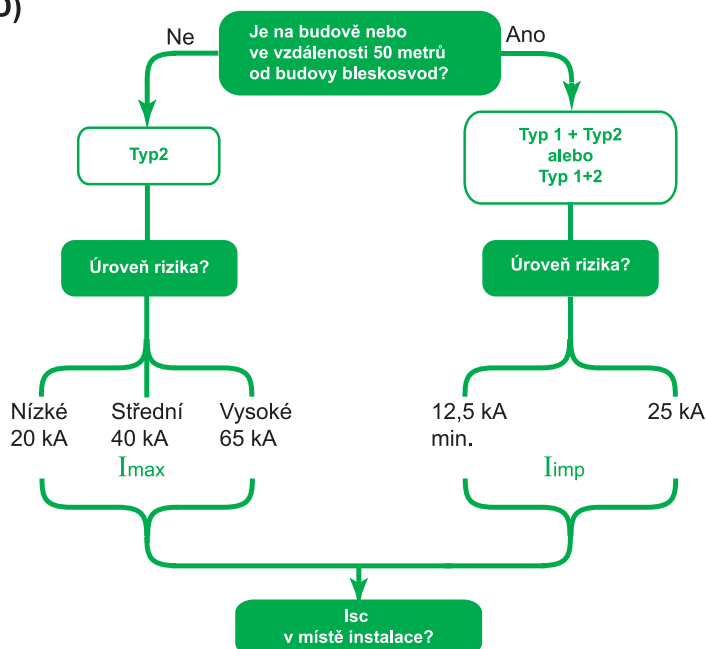
### 3.1 Pravidlá návrhu

Pri návrhu prepäťovej ochrany v budove a výbere vhodných zvodíčov prepätia

vychádzame z hlavných charakteristík distribučnej sústavy:

- zvodíče prepätia
- počet zvodíčov;
- typ;
- úroveň rizika úderu bleskom pre definovanie maximálneho výbojového prúdu zvodíča  $I_{max}$ .
- prístroj na ochranu pred skratom
- maximálny výbojový prúd  $I_{max}$ ;
- skratový prúd  $I_{sc}$  v bode inštalácie.

#### Svodíč prepětí (SPD)



Obr. 20: Logický diagram pre správny výber ochrany

Logický diagram na Obr. 20 nižšie popisuje pravidlá návrhu.

Ostatné charakteristiky pre výber zvodíča sú pre elektrickú inštaláciu preddefinované.

- počet pólov zvodíča;
- ochranná napäťová úroveň  $U_p$ ;
- prevádzkové napätie  $U_c$ .

### Ochrana pred skratom (SCPD)

Kapitola J3 podrobnejšie popisuje kritériá výberu systému ochrany v závislosti od charakteristík inštalácie, chránených zariadení a prostredia.

Zvodič musí byť nainštalovaný vždy na vstupe inštalácie.

## 3.2 Prvky systému ochrany

### 3.2.1. Umiestnenie a typ zvodiča

Typ zvodiča, ktorý je potrebné nainštalovať na vstupe inštalácie, závisí od toho, či sa už v budove nachádza ochrana pred prepätím. Ak je v budove nainštalovaný systém ochrany pred bleskom (bleskozvod) podľa IEC 62305, mal by byť nainštalovaný typ 1.

Pre zvodiče prepätia nainštalované na vstupe inštalácie stanovuje norma IEC 60364 minimálne hodnoty dvoch parametrov:

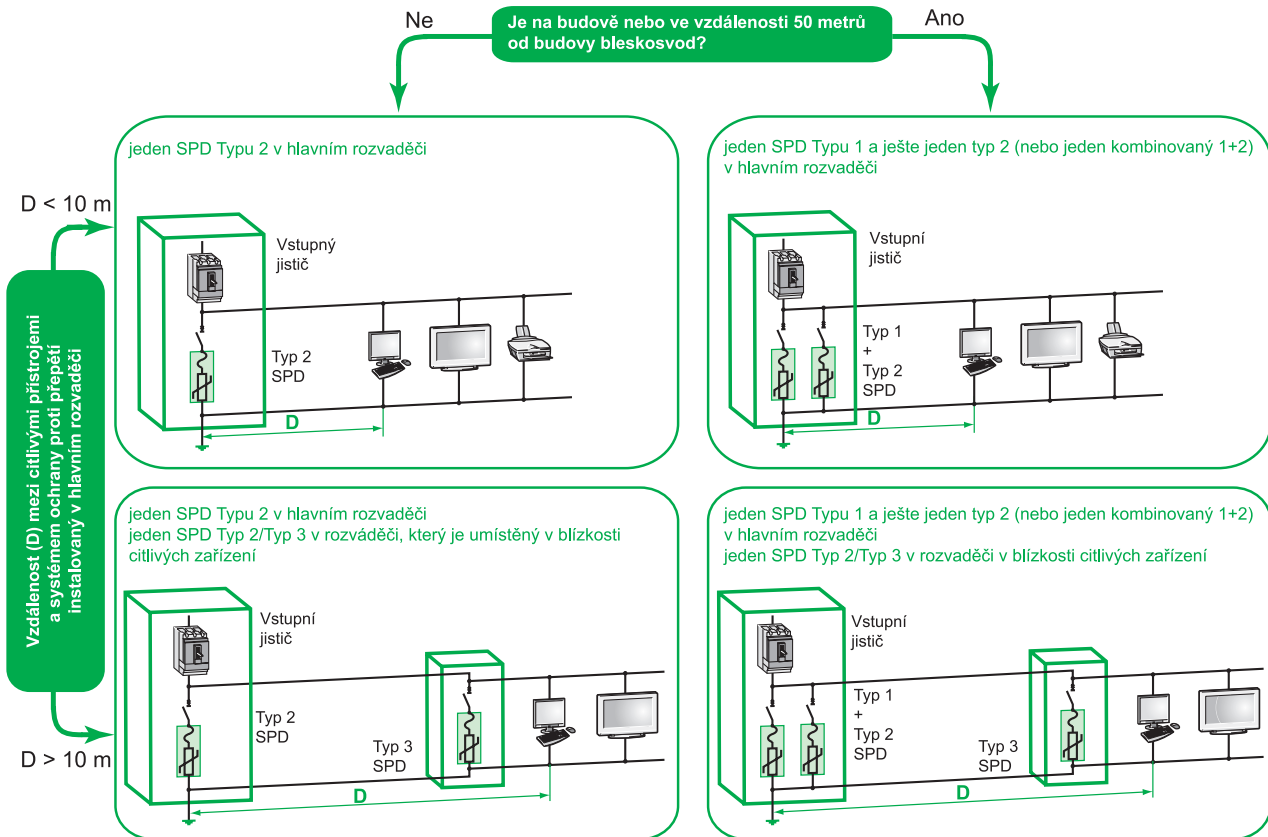
- Menovitý výbojový prúd  $I_n = 5 \text{ kA (8/20) } \mu\text{s}$ ;
- Ochranná úroveň napätia  $U_p$  (s hodnotou  $I_n$ )  $< 2,5 \text{ kV}$ .

Potreba inštalácie ďalších zvodičov je daná: ■ veľkosťou priestoru a náročnosťou možnosti inštalovať uzemňovacie vodiče. Vo veľkých budovách je nevyhnutné na vstup nainštalovať zvodič typu 1 do každého podružného rozvádzača.

■ vzdialenosťou oddeľujúcou citlivé spotrebiče, ktoré by mali byť chránené, od vstupného zvodiča. Ak sú spotrebiče vo vzdialenosti viac ako 30 metrov od vstupného zvodiča, je nevyhnutné nainštalovať ďalší, jemnejší zvodič, a to čo najbližšie k citlivým spotrebičom. Jav odrazenej vlny sa zvyšuje od 10 metrov (pozri kapitolu 6.5).

■ pravdepodobnosťou úderu blesku. V priestoroch s vysokým rizikom úderu blesku nemôže zvodič typu 1 zabezpečiť zvod vysokého bleskového prúdu a súčasne nízku úroveň napätia. To znamená, že zvodič typu 1 je väčšinou sprevádzaný zvodičom typu 2.

Tabuľka na Obr. J21 nižšie zobrazuje množstvo a typ zvodiča v závislosti od faktorov popísaných vyššie.



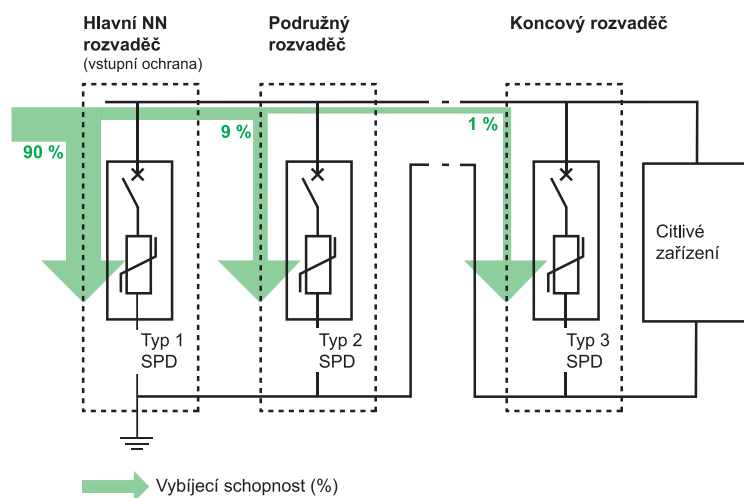
Obr. 21: Štyri prípady implementácie zvodičov

Poznámka: Zvodič typu 1 je nainštalovaný v elektrickom rozvádzači a spojený s uzemňovacou sústavou systému bleskozvodu.

## 3.2.2 Úrovně distribuční ochrany

Niekoľko úrovní ochrán zvodíčov umožňuje rozdelenie energie medzi viac zvodíčov, ako je znázornené na **Obr. 22**, kde tri typy zvodíčov poskytujú nasledujúcu ochranu:

- Typ 1: ak je budova vybavená systémom bleskozvodu a tento zvodič je nainštalovaný na vstupe inštalácie, absorbuje veľmi veľké množstvo energie;
- Typ 2: absorbuje zvyškové prepätie;
- Typ 3: poskytuje „jemnú“ ochranu v prípade potreby pre najcitlivejšie zariadenia, je umiestnený v ich tesnej blízkosti.



**Obr. 22:** Architektúra jemnej ochrany Poznámka: Typy zvodíčov 1 a 2 SPD je možné kombinovať do jedného zvodíča

### 3.3 Spoločné charakteristiky zvodíčov v závislosti od charakteristiky inštalácie

#### 3.3.1 Pracovné napätie $U_c$

V závislosti od použitej uzemňovacej sústavy musí byť maximálne prevádzkové napätie  $U_c$  rovné alebo vyššie ako hodnoty zobrazené v tabuľke **Obr. 23**.

| Zvodič zapojený medzi | Uzemňovací systém distribučnej sústavy |           |           |                                 |                                    |
|-----------------------|--|-----------|-----------|---------------------------------|------------------------------------|
|                       | TT                                     | TN-C      | TN-S      | IT s rozvedeným nulovým vodičom | IT bez rozvedeného nulového vodiča |
| L-N                   | $1,1 U_o$                              | -         | $1,1 U_o$ | $1,1 U_o$                       | -                                  |
| L-PE                  | $1,1 U_o$                              | -         | $1,1 U_o$ | $\sqrt{3}U_o$                   | $V_o$                              |
| N-PE                  | $U_o$                                  | -         | $U_o$     | $U_o$                           | -                                  |
| L-PEN                 | -                                      | $1,1 U_o$ | -         | -                               | -                                  |

Pozn. 1:  $U_o$  je fázové napätie,  $V_o$  je združené napätie.

Pozn. 2 Táto tabuľka je prílohou č. 1 normy IEC 61643-1.

**Obr. 23:** Stanovená minimálna hodnota  $U_c$  pre zvodič závisí od uzemňovacej sústavy (na základe tab. 53C normy IEC 60364-5-53 53)

Najčastejšie volené hodnoty  $U_c$  podľa použitej uzemňovacej sústavy.

TT, TN: 260, 320, 340, 350 V

IT: 440, 460 V

#### 3.3.2 Ochranná napät'ová úroveň $U_p$ (pri $I_n$ )

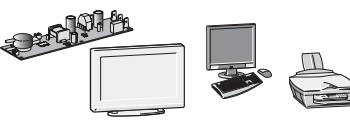

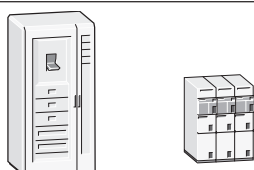
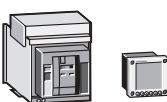
Časť 443-4 normy IEC 60364 „Výber zariadení v inštalácii“ pomáha pri výbere ochrannej úrovne  $U_p$  zvodíča v závislosti od zariadenia, ktoré je potrebné chrániť. Tabuľka **Obr. 24** popisuje menovité impulzné výdržné napätie rôznych zariadení.

| Menovité napätie inštalácie <sup>(1)</sup> V  | Požadované impulzné výdržné napätie <sup>(2)</sup> kV                                   |                          |     |     |  |
|---|---|--------------------------|-----|-----|--|
| Trojfázové systémy <sup>(2)</sup> začiatku inštalácie<br>Zvlášť chránené zariadenia | Jednofázové systémy s vyvedeným stredom<br>Zariadenia distribučných a koncových obvodov | Zariadenie na Spotrebiče |     |     |  |
| 120-240   | 4   | 2,5                      | 1,5 | 0,8 |  |
| 230/400   | 6   | 4                        | 2,5 | 1,5 |  |
| 400/690   | 8   | 6                        | 4   | 2,5 |  |
| 1 000 - Hodnoty podľa individuálneho posúdenia                                      |   |                          |     |     |  |

(1) Podľa IEC 60038.

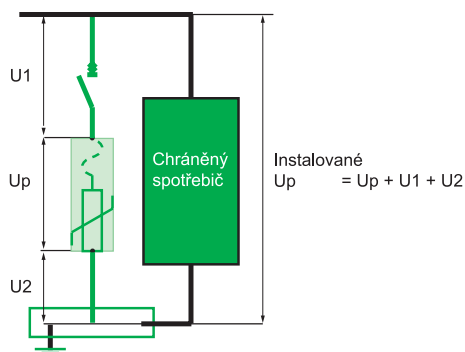
(2) Toto impulzné výdržné napätie je medzi fázovým vodičom a PE vodičom

**Obr. 24:** Izolačná kategória prepätia inštalácie v zhode s IEC 60364 (Tab. 44B).

|  |   |
|--|---|
|  | <p>■ Zariadenie impulznej výdržnej kategórie I – zariadenie, ktoré je určené na pripojenie k sieti, pritom ochranné prostriedky proti prepätiam na určenú úroveň sú mimo zariadenia (buď v pevnej inštalácii alebo medzi pevnou inštaláciou a zariadením).<br/>Príklady: zariadenia, ktoré obsahujú elektronické obvody, ako sú počítače, televízory, tlačiarne, atď.</p> |
|   | <p>■ Zariadenie impulznej výdržnej kategórie III – zariadenie pripojené pevným alebo pohyblivým privodom. Príklady: veľké domáce spotrebiče a biela technika.</p>   |
|   | <p>■ Zariadenie impulznej výdržnej kategórie III – zariadenie, ktoré je súčasťou pevnej inštalácie a rozvodnej siete. Príklady: rozvádzače, káblové rozvody, skrine, zásuvky, motory.</p>   |
|  | <p>■ Zariadenie impulznej výdržnej kategórie IV – zariadenie, ktoré je určené na použitie na začiatku elektroinštalácie budov alebo v ich blízkosti pred hlavným rozvádzačom. Príklad: elektromery, hlavné nadprúdové ističe prístroje, jednotky hromadného diaľkového ovládania (HDO).</p>   |

Obr. 25: Kategória prepätia pre zariadenia

Up nainštalovaného zvodiča je potrebné porovnať s impulznou výdržou spotrebičov. Úroveň napätia  $U_p$  zvodiča sa testuje a definuje nezávisle od inštalácie, kde bude nainštalovaný. V praxi sa pri výbere zvodiča berie do úvahy bezpečnostná rezerva k  $U_p$  tak, aby bola inštalácia bezpečne chránená pred prepätím (pozri Obr. 26 a oddiel 4.1).



Obr. 26: „Nainštalované“  $U_p$

Hladina „nainštalovanej“ napätovej úrovne  $U_p$  je zvyčajne prispôbená citlivému zariadeniu v elektrickej sieti 230/400 V, spravidla 2,5 kV (trieda prepätia II, pozri Obr. 27).

**Poznámka:**

Ak pomocou vstupného zvodiča nie je možné dosiahnuť stanovenú úroveň napätia alebo ak sú chránené zariadenia vzdialené (pozri bod 3.2.1), pre dosiahnutie požadovanej úrovne napätia je potrebné pridať ďalší koordinovaný zvodič.

### 3.3.3 Počet pólov

■ V závislosti od uzemňovacej sústavy inštalácie je potrebné aplikovať architektúru vodičov prepätia v režime pozdĺžneho (CM) alebo priečného prepätia (DM).

|                  | TT                      | TN-C | TN-S       | IT               |
|------------------|-------------------------|------|------------|------------------|
| L-N (DM)         | Odporúčané <sup>1</sup> | -    | Odporúčané | Neefektívne      |
| L-PE, L-PEN (CM) | Áno                     | Áno  | Áno        | Áno              |
| N-PE (CM)        | Áno                     | -    | Áno        | Áno <sup>2</sup> |

<sup>1</sup>Ochrana medzi fázou a nulovým vodičom môže byť nainštalovaná v podobe zvodiča na vstupe inštalácie alebo vo vnútri inštalácie blízko chráneného zariadenia

<sup>2</sup>Pri distribuovanom nulovom vodiči

**Obr. 27:** Ochrana v závislosti od uzemňovacej sústavy inštalácie

**Poznámka:**

■ **Režim pozdĺžneho prepätia (CM)**

Základný spôsob ochrany. Inštalácia zvodiča v režime pozdĺžneho prepätia medzi fázou a zemou PE (alebo PEN vodičom) bez ohľadu na použitý systém uzemnenia.

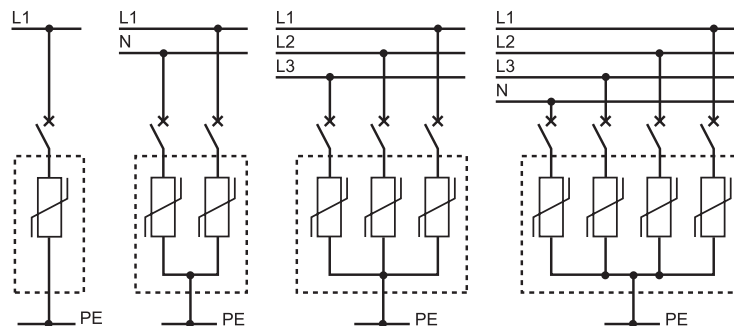
■ **Režim priečného prepätia (DM)**

V systémoch TT a TN-S spôsobuje uzemnenie neutrálu asymetriu v dôsledku zemných impedancií režimu rozdielových napätí, hoci je napätie indukované bleskom pozdĺžne.

**Zvodiče 2P, 3P, 4P (pozri Obr. 28)**

■ Tieto zvodiče sú prispôbené systémom IT, TN-C, TN-C-S.

■ Poskytujú iba ochranu pred prepätím v pozdĺžnom režime.

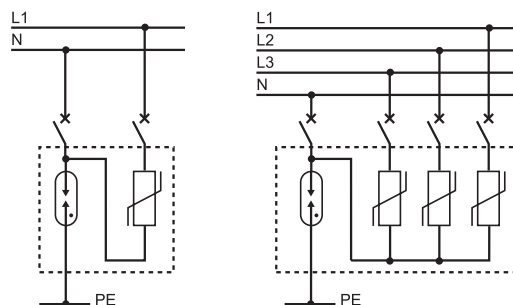


**Obr. 28:** Zvodiče 1P, 2P, 3P, 4P

**Zvodiče 1P+N, 3P+N (pozri Obr. 29)**

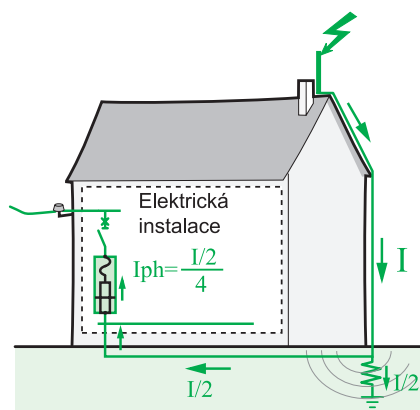
■ Tieto zvodiče sú prispôbené systémom TT a TN-S.

■ Poskytujú ochranu pred prepätím v pozdĺžnom aj v priečnom režime.



**Obr. 29:** Zvodiče 1P+N, 3P+N





Obr. 30: Základný príklad vyrovnaného rozloženia prúdu  $I_{imp}$  v trojfázovej sústave

## 3.4 Výber zvodiča typu 1

### 3.4.1 Impulzný prúd limp

■ Impulzný prúd limp by mal byť aspoň 12,5 kA (vlna 10/350  $\mu$ s) na vodič v súlade s normou IEC 60364-5-534.

■ Normy:

Norma IEC 62305-2 definuje 4 úrovne impulzného prúdu: I, II, III a IV, pozri tabuľka Obr. 31, ktorá zobrazuje rôzne úrovne v súlade s normou.

| Úroveň ochrany podľa EN 62305-2 | Vonkajší systém ochrany pred bleskom pre zvedenie priameho zásahu blesku: | Minimálny požadovaný limp pre zvodič typu 1 – sieť s neutrálom |
|---------------------------------|---|--|
| I                               | 200 kA  | 25 kA/pól  |
| II                              | 150 kA  | 18,75 kA/pól   |
| III / IV                        | 100 kA  | 12,5 kA/pól  |

Obr. 31: Tabuľka limp v závislosti od úrovne ochrany budovy (podľa IEC/EN 62305-2)

### 3.4.2 Samozhášavosť následného prúdu I<sub>fi</sub>

Tieto charakteristiky sa uplatňujú len na zvodiče s iskrišťovou technológiou. Hodnota samozhášavosti následného prúdu I<sub>fi</sub> musí byť vždy vyššia ako predpokladaná hodnota skratového prúdu I<sub>sc</sub> v mieste inštalácie.

## 3.5 Výber zvodiča typu 2

### 3.5.1 Maximálny výbojový prúd I<sub>max</sub>

Maximálny výbojový prúd I<sub>max</sub> je definovaný v závislosti od odhadovaného rizika úderu blesku v mieste polohy budovy.

Hodnota maximálneho výbojového prúdu (I<sub>max</sub>) je stanovená analýzou rizík (pozri tabuľku Obr. 32).

|  | Zóna ochrany pred bleskom   |                                |  |
|--|---|--------------------------------|--|
|  | Nízka   | Stredná                        | Vysoká   |
| Prostredie budovy                        | Budova je umiestnená v obývaných mestských či prímestských oblastiach | Budova je umiestnená na rovine | Budova, kde existuje konkrétne riziko: stožiar, strom, homatý región, vodná plocha alebo rybník atď. |
| Odporúčaná hodnota I <sub>max</sub> (kA) | 20  | 40                             | 65   |

Obr. 32: Odporúčany maximálny vybíjaci prúd v závislosti od zóny ochrany.

Ochranné prístroje (tepelná a skratová ochrana) je potrebné koordinovať s príslušnými zvodičmi, t.j.:

- zabezpečenie kontinuity prevádzky:
- odolanie vlnám bleskového prúdu;
- zamedzenie vytvorenia vysokého zvyškového prúdu.
- zabezpečenie efektívnej ochrany pred všetkými typmi nadmerného prúdu:
- preťaženie v dôsledku tepelnej reakcie varistora;
- skrat nízkej intenzity (impedančný);
- skrat vysokej intenzity.

### 3.6 Výber prístroja vonkajšej ochrany pred skratom (SCPD)

#### 3.6.1 Riziká, ktoré môžu vzniknúť na konci životnosti zvodičov

##### ■ V dôsledku starnutia

V prípade prirodzeného ukončenia životnosti v dôsledku starnutia reaguje tepelná ochrana. Zvodič prepätia s varistorom musí obsahovať vnútorný odpínač, ktorý v danom prípade zvodič odpojí.

Poznámka: Zvodič prepätia s iskrištom nemá tepelnú ochranu.

##### ■ V dôsledku poruchy

Príčiny ukončenia životnosti v dôsledku skratu sú:

- Prekročenie maximálnej hodnoty vybíjacieho prúdu. Táto porucha má za následok silný skrat.
- Porucha distribučnej sústavy (zámena vodičov alebo prerušenie neutrálu).
- Postupné starnutie varistora.

Posledné dve poruchy spôsobia impedančný skrat.

Preto je potrebné chrániť inštaláciu pred týmito poruchami: vnútorný tepelný odpínač popísaný vyššie nemá čas zohriať sa a teda aj správne fungovať.

V tomto prípade je potrebné nainštalovať ochranné zariadenie, tzv. „vonkajšiu ochranu pred skratom“ (SCPD). Môže byť realizovaná v podobe ističa alebo poistky.

#### 3.6.2 Charakteristika ochranného zariadenia SCPD

Vonkajšia ochrana SCPD musí byť koordinovaná so zvodičom. To znamená, že by mala spĺňať nasledujúce dve podmienky:

##### Výdrž bleskového prúdu

Výdrž bleskového prúdu je základným charakteristickým parametrom vonkajšej skratovej ochrany zvodiča.

Vonkajšia skratová ochrana nesmie reagovať pri 15 po sebe nasledujúcich impulzných prúdoch pri  $I_n$ .

##### Skratová odolnosť

■ Vypínacia schopnosť je stanovená pravidlami pre elektrické inštalácie (norma IEC 60364): Skratová ochrana by mala mať skratovú vypínaciu schopnosť rovnú alebo vyššiu ako predpokladaný skratový prúd  $I_{sc}$  v mieste inštalácie (v súlade s normou IEC 60364).

■ Ochrana inštalácie proti skratom Skrat v obvode s nízkou impedanciou uvoľňuje veľké množstvo energie a musí byť eliminovaný veľmi rýchlo, aby nepoškodil inštaláciu a zvodič.

Správne priradenie vonkajšej skratovej ochrany k zvodiču musí byť dané výrobcom.

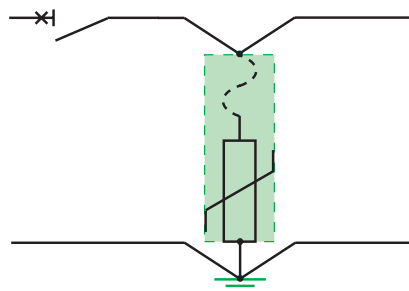
### 3.6.3 Spôsob inštalácie vonkajšej skratovej ochrany SCPD

#### ■ Sériové zariadenie

Sériová skratová ochrana (pozri **Obr. 33**) je všeobecné ochranné zariadenie v sieti, ktoré je chránené (napríklad hlavný istič v inštalácii).

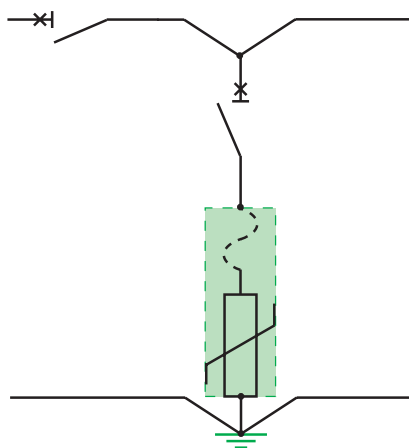
#### ■ Paralelné zariadenie

Paralelná skratová ochrana (pozri **Obr. 34**) znamená ochranu zabezpečenú prvkom určeným špeciálne pre priradený zvodič.



**Obr. 33:** Sériová ochrana

- Odpínací istič môže byť integrovaný do zvodiča.



**Obr. 34:** Paralelná ochrana

### 3.6.4 Ochrana podľa normy

Vonkajšia ochrana, ktorá je koordinovaná so zvodičom, musí byť otestovaná výrobcou zvodiča v súlade s odporúčaniami normy IEC 61643-11. Má byť tiež nainštalovaná podľa odporúčaní výrobcu. Príklad nájdete v tabuľkách koordinácie Schneider Electric SCPD a SPD.



Obr. 35: Zvodič s vonkajšou ochranou (iC60N + iPRD 40).

### 3.6.5 Zhrnutie charakteristík vonkajšej ochrany

Podrobná analýza charakteristík je popísaná v časti 6.4.

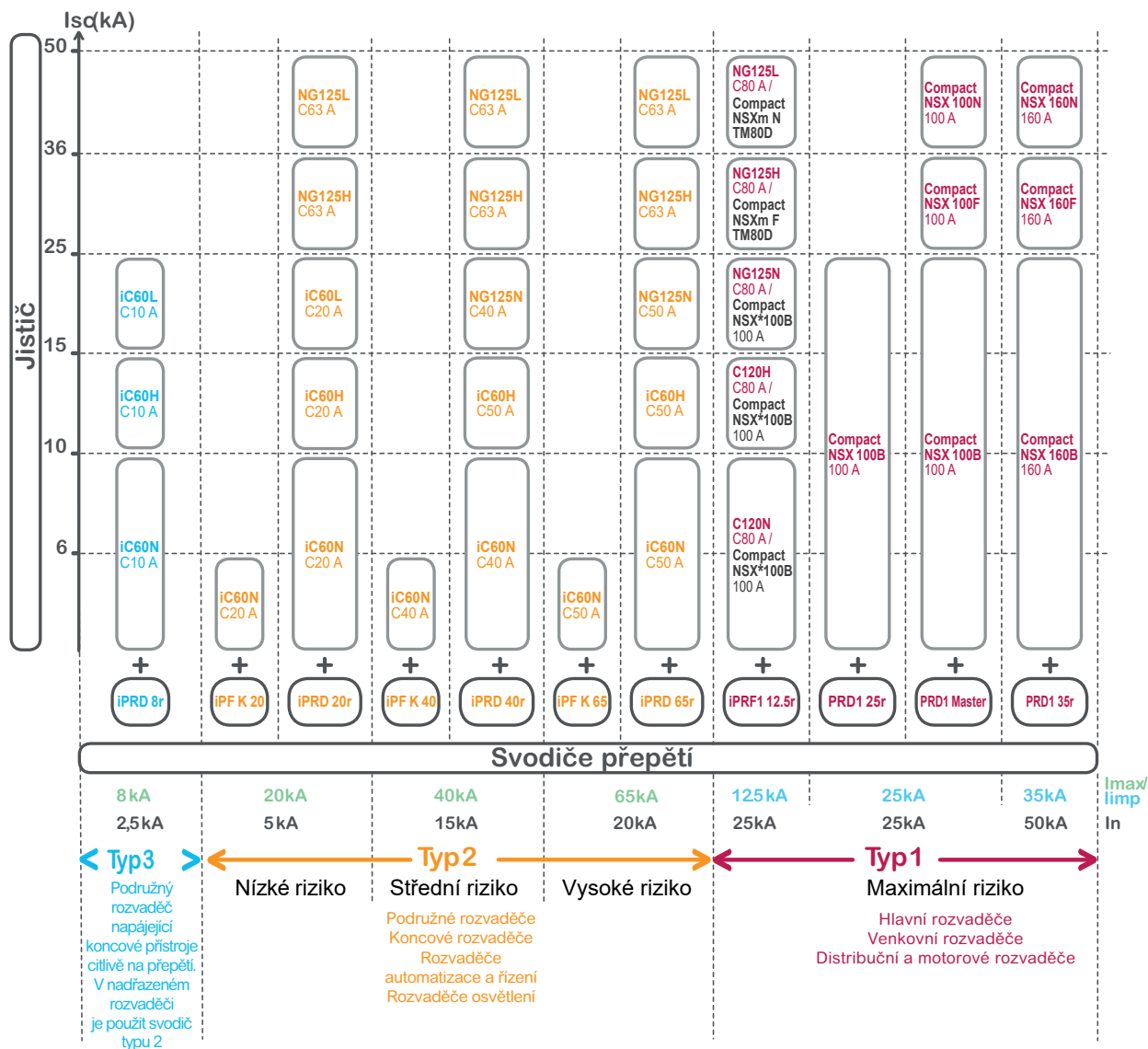
Tabuľka na Obr. 36 ukazuje príklad zhrnutia charakteristík v závislosti od rôznych typov vonkajšej ochrany.

| Spôsob inštalácie vonkajšej ochrany SCPD  | Sériovo  | Paralelne   |                               |                             |
|---|--|---|-------------------------------|-----------------------------|
|   |  | Priradená ochrana poistkou  | Priradená ochrana ističom     | Integrovaná ochrana ističom |
|   |  |   |                               |                             |
| Prepät'ová ochrana inštalácie a zariadení | =  | =   | =                             | =                           |
|   | Zvodiče prepätia chránia zariadenia nezávisle od priradenej ochrany pred skratom |   |                               |                             |
| Ochrana inštalácie na konci životnosti    | -  | =   | +                             | ++                          |
| Bez možnosti zaručenia ochrany            |  | Záruka výrobcu<br>Ochrana pred skratom nízkej impedancie nie je spoľahlivo zaistená | Dokonalá ochrana pred skratom | Plná záruka                 |
| Kontinuita prevádzky na konci životnosti  | --   | +   | +                             | +                           |
| Vypnutie celej inštalácie                 |  | Vypne iba obvod so zvodičom prepätia  |                               |                             |
| Údržba na konci životnosti                | --   | =   | +                             | +                           |
| Požadované vypnutie inštalácie            |  | Výmena poistiek   | Okamžité opätovné nahodenie   |                             |

Obr. 36: Charakteristika ochrany na konci životnosti zvodiča typu 2 v závislosti od vonkajšej ochrany SCPD

## 3.7 Koordinačná tabuľka zvodiča a ochrany

Tabuľka na Obr. 37 na ďalšej strane zobrazuje kombinácie priradeného ističa pre zvodiče Schneider Electric typu 1 a 2 a pre všetky úrovne skratových prúdov. Koordinácia medzi zvodičom a ističom odporúčaná a garantovaná Schneider Electric zaisťuje spoľahlivú ochranu.



Všetky ističe mají vypínací charakteristiku C (\*) Compact NSX, která se používá pro odolnost vůči impulznému bleskovému proudu

Obr. 37: Tabuľka koordinácie medzi svodičmi a príslušným vypínacím prvkom spoločnosti Schneider Electric

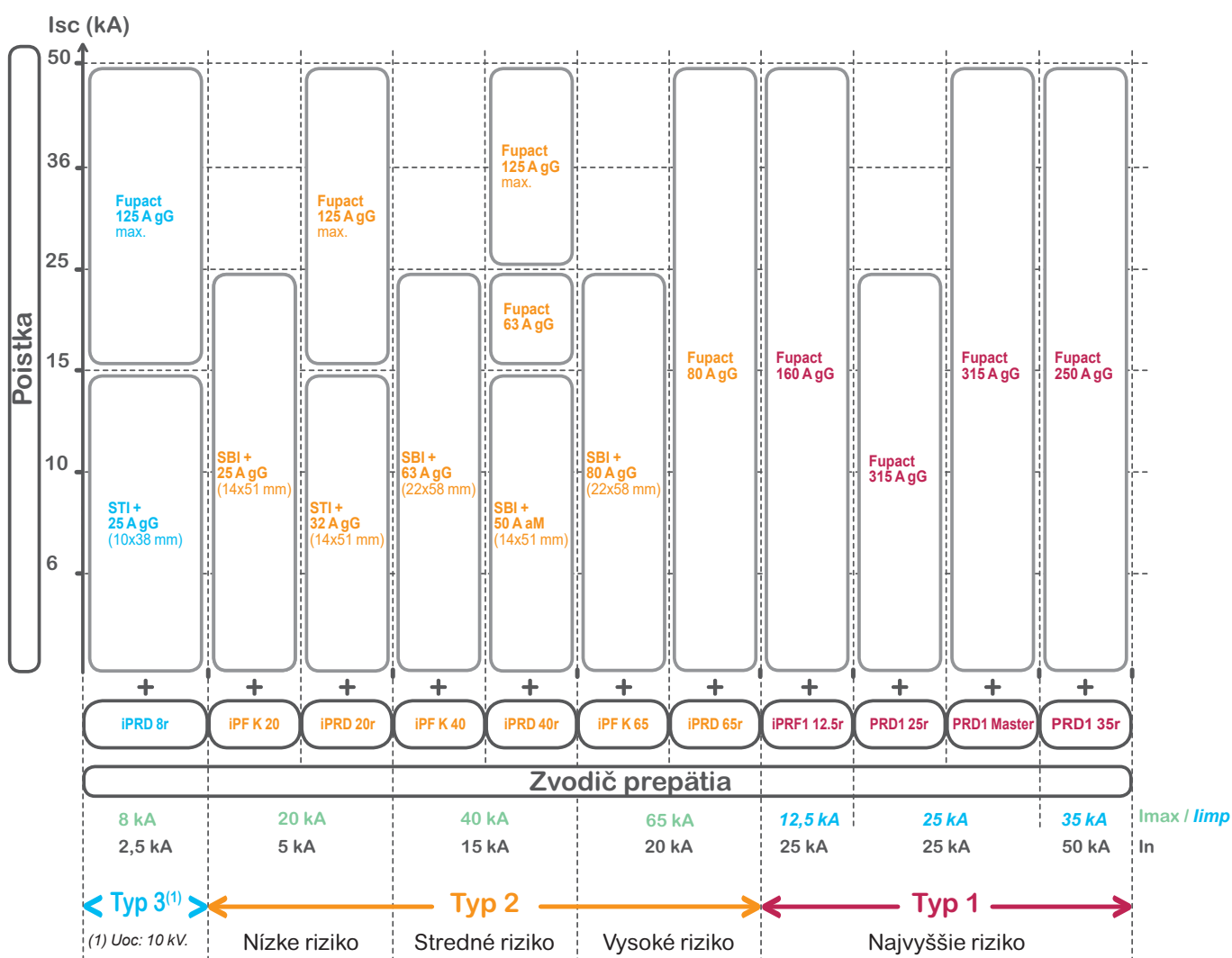
### 3.7.1 Koordinácia s nadradenými ochrannými zariadeniami

#### Koordinácia so zariadeniami nadprúdovej ochrany

V elektrickej inštalácii sa ochrana zvodíčov (SCPD) riadi rovnakými pravidlami ako ochrana ostatných zariadení, čo umožňuje pri návrhu systému ochrany z dôvodu technickej a ekonomickej optimalizácie aplikovať techniky **diskriminácie a kaskádovania**. **Koordinácia s prúdovými chráničmi**

Ak je zvodíčov prepätia nainštalovaný pod prúdovým ističom, ten musí byť aspoň typu S1 alebo ľubovoľný typ s odolnosťou proti impulzným prúdom do hodnoty aspoň 3 kA (prúdová vlna 8/20  $\mu$ s).

➤ Koordinácia medzi prepäťovou ochranou a jej odpojovacou poistkou v prípade skratu



Vzdialenosť medzi zvodíčkmi prepätia a chránenými zariadeniami by mala byť čo najkratšia z dôvodu obmedzenia ochrannej úrovne napätia ( $U_p$ ) na čo najnižšiu úroveň. Celková vzdialenosť medzi odbočením zo siete a uzemnením by nemala presiahnuť 50 cm.

## 4.1 Zapojenie

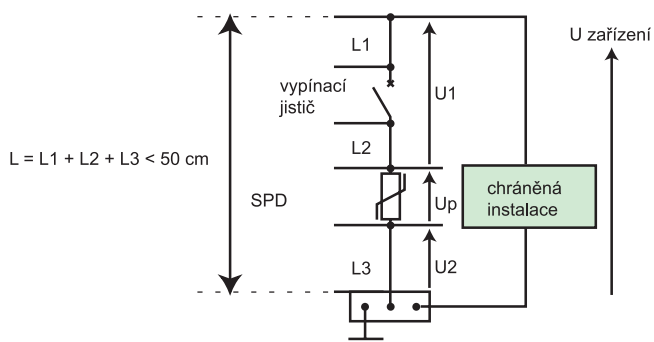
Jedným zo základných parametrov pre ochranu zariadení je ochranná napäťová úroveň (nainštalované  $U_p$ ), ktorej je zariadenie schopné na svojich svorkách odolať. Preto je potrebné zvoliť vhodný zvodíč s úrovňou napätia  $U_p$  prispôbenou chráneným zariadeniam (pozri **Obr. 38**). Celková dĺžka prívodných vodičov je  $L = L_1 + L_2 + L_3$ .

Pre vysokofrekvenčné prúdy je impedancia na jednotku dĺžky tohto zapojenia približne  $1 \mu\text{H/m}$ .

Aplikovaním Lenzovho zákona pre toto zapojenie:  $\Delta U = L \text{ di/dt}$

Normalizovaná prúdová vlna  $8/20 \mu\text{s}$  s prúdovou krivkou 8 kA následne vytvára napäťovú špičku 1000 V na meter kábla.

$$\Delta U = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 1000 \text{ V}$$



**Obr. 38:** Zapojenie zvodíča prepätia v rozvádzači  $L < 50 \text{ cm}$

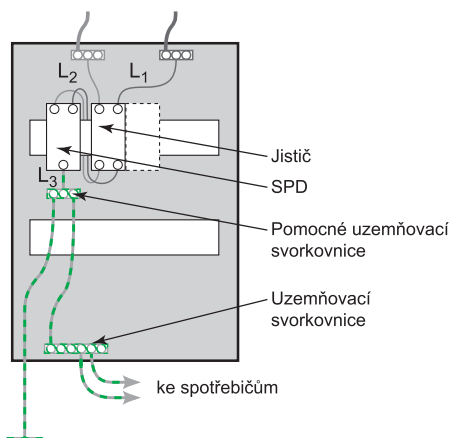
Výsledkom je napätie na svorkách zariadenia, inštalované UP:

$$U_p = U_p + U_1 + U_2$$

Ak  $L_1 + L_2 + L_3 = 50 \text{ cm}$  a vlna je  $8/20 \mu\text{s}$  s amplitúdou 8 kA, napätie indukované na svorkách zariadenia bude  $U_p + 500 \text{ V}$ .

### 4.1.1 Zapojenie v plastovej rozvodnici

**Obr. 39a** nižšie zobrazuje ako pripojiť zvodíč prepätia v plastovej rozvodnici.

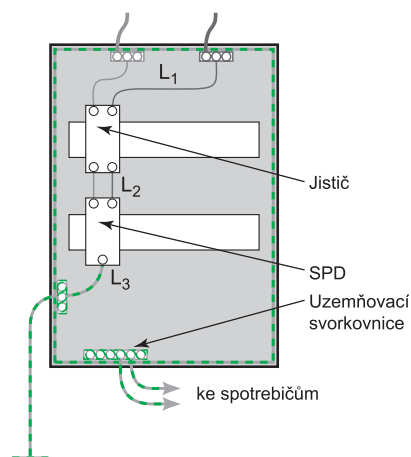


**Obr. 39a:** Príklad zapojenia zvodíča v plastovej rozvodnici

#### 4.1.2 Zapojenie v kovovej rozvodnici

V prípade použitia kovovej rozvodnice je vhodné pripojiť zvodíčov prepätia priamo ku kovovej rozvodnici, zatiaľ čo rozvodnica bude použitá ako ochranný vodič (pozri **Obr. 39b**).

Toto usporiadanie je v súlade s normou IEC 61439-2 a výrobca rozvádzača musí overiť, či to vlastnosti rozvodnice umožňujú.



**Obr. 39b:** Príklad zapojenia zvodíča v kovovej rozvodnici

#### 4.1.3 Prierez vodiča

Odporúčaná prierez vodiča zohľadňuje:

■ Tok bleskového prúdu pri maximálnom úbytku napätia (pravidlo 50 cm).

Poznámka: Na rozdiel od štandardných 50 Hz elektrickej inštalácie má bleskový prúd vysokú frekvenciu a zväčšenie prierezu vodičov výrazne neznižuje impedanciu inštalácie.

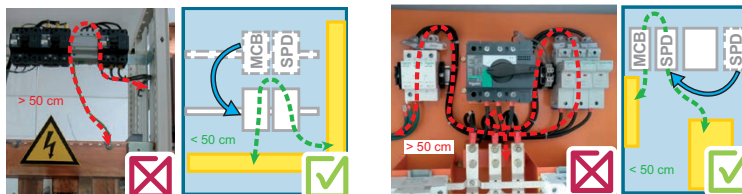
■ Odolnosť vodičov proti skratovému prúdu: Vodič musí odolávať skratovému prúdu, kým nedôjde k aktivácii ochrany.

IEC 60364 odporúča použiť minimálne prierezy na vstupe inštalácie:

□ 4 mm<sup>2</sup> (Cu) pre pripojenie zvodíča typu 2;

□ 16 mm<sup>2</sup> (Cu) pre pripojenie zvodíča typu 1 (prítomnosť systému ochrany proti blesku – bleskozvodu).

#### 4.1.4 Príklady správnej a nesprávnej inštalácie zvodíča



##### Príklad č. 1:

Návrh inštalácie zariadenia musí byť v súlade s inštaláčnymi pravidlami: dĺžka kábla má byť menej ako 50 cm.

##### Príklad č. 2:

Umiestnenie prístrojov musí byť v súlade s inštaláčnymi pravidlami, t.j. skrátená dĺžka káblov do 50 cm, a pravidlami vytvárania slučiek, aby sa redukoval vznik magnetických polí vytváraných bleskovým prúdom.

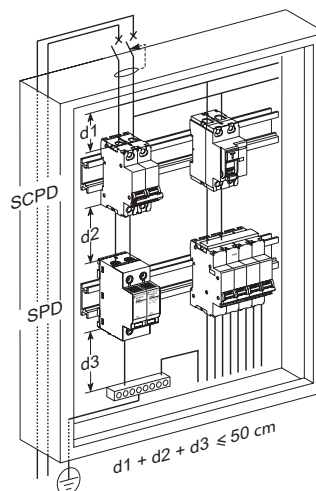
**Obr. 39c:** Príklady vhodnej a nevhodnej inštalácie zvodíčov prepätia



## 4.2 Pravidlá pre kabeláž

### ■ Pravidlo č. 1:

Prvé pravidlo, ktoré je potrebné dodržiavať, je, že dĺžka kabeláže zvodíča medzi sieťou (cez ochranu SPD) a svorkovnicou uzemnenia by nemala presiahnuť 50 cm. Obr. 40 zobrazuje dve možnosti zapojenia zvodíča.



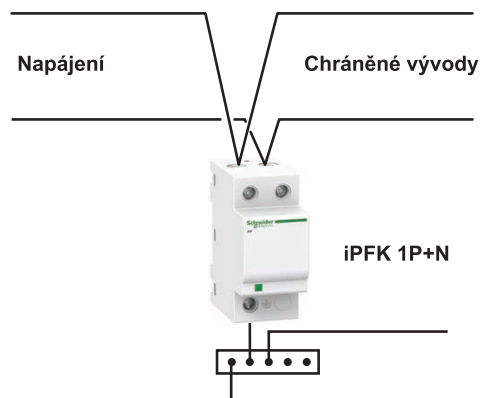
Obr. 40: Zvodíč s priradeným ističom.

### ■ Pravidlo č. 2:

Vodiče chránených výstupov:

- je potrebné pripojiť na svorky istenia (SCPD) alebo zvodíče (SPD)
- mali by byť fyzicky oddelené od „znečistených“ vstupných vodičov.

Umiesťujú sa napravo od svoriek SPD a ochrany SCPD (pozri Obr. 41).



Obr. 41: Pripojenie chránených výstupných vývodov je vedené napravo od svoriek zvodíča prepätia

■ **Pravidlo č. 3:**

Fázové vodiče, nulový a ochranný vodič (PE) vstupného ističa majú byť vedené vedľa seba, aby sa skrátila dĺžka slučky (pozri Obr. 42).

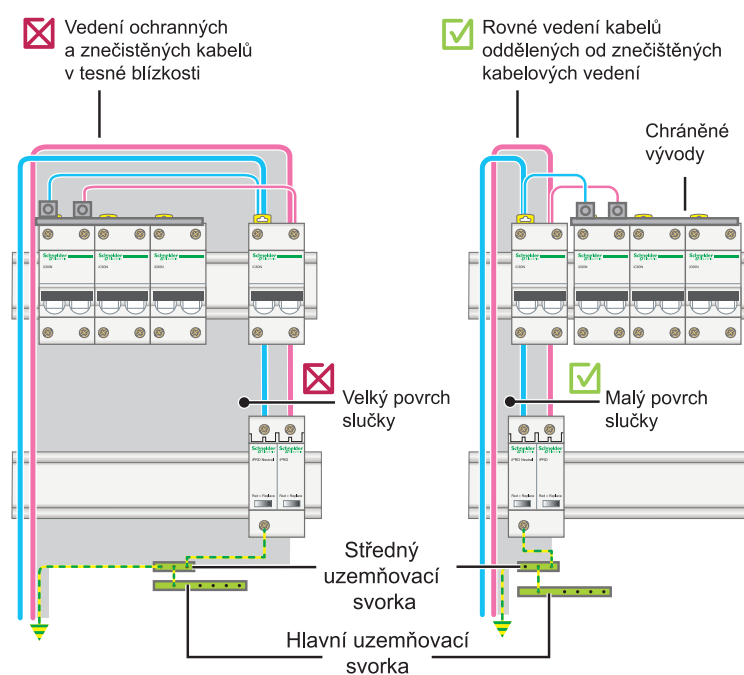
■ **Pravidlo č. 4:**

Vstupné vodiče do zvodíča prepätia majú byť vedené oddelene od ostatných vodičov, aby sa zabránilo vzájomnému „znečisteniu“ ich priblížením (pozri Obr. 42).

■ **Pravidlo č. 5:**

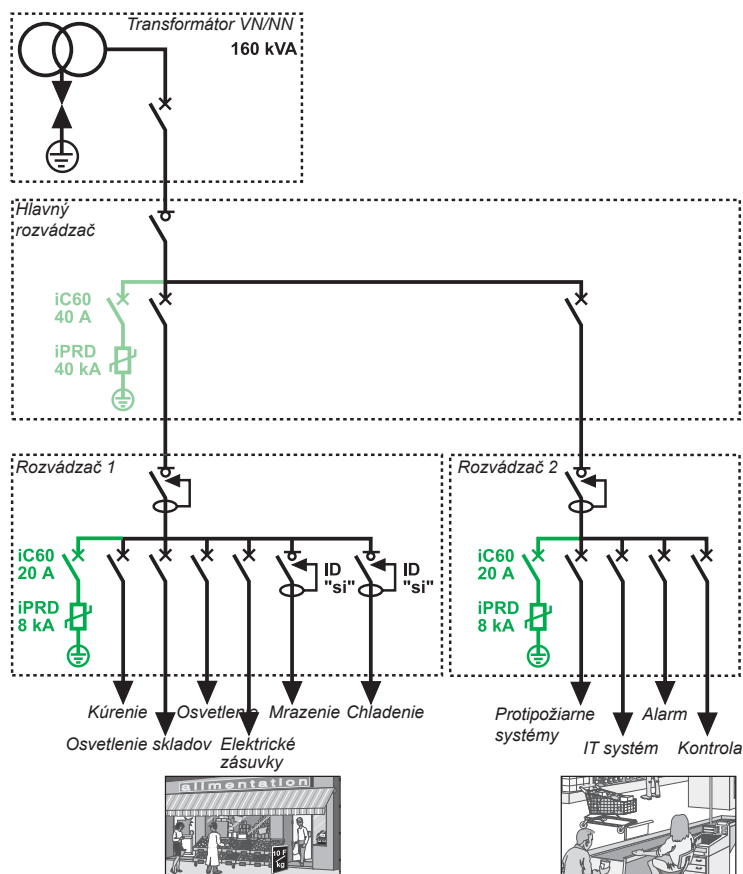
Ak je to možné, káble by mali byť uchytané pri kovových častiach rozvodnice, aby sa minimalizoval povrch slučky a využil kovový obal ako tienenie proti rušeniam EMC. V každom prípade je potrebné overiť, či sú rámy rozvodnice a rozvádzačov uzemnené čo najkratšími vodičmi.

Na záver, ak sa používajú tienené káble, veľké dĺžky by sa mali skrátiť z dôvodu znižovania efektivity tienenia (viď Obr. 42).



**Obr. 42:** Príklad vylepšeného EMC obmedzením povrchov slučiek a spoločnej impedancie v elektrických rozvodniciach

## 5.1 Príklady inštalácie



Obr. 43: Príklad aplikácie: supermarket

## Riešenia a schémy

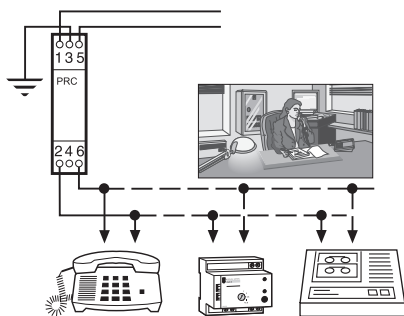
- Nástroj na výber zvodiča prepätia nám umožňuje určiť presnú hodnotu zvodiča na vstupe inštalácie a príslušného ochranného ističa.
  - Keďže citlivé spotrebiče ( $U_{imp} < 1,5 \text{ kV}$ ) sú umiestnené ďalej ako 10 metrov od nainštalovaného zvodiča, vyžaduje sa inštalácia jemného zvodiča (typ 3) čo najbližšie k spotrebičom.
  - Aby sa zabezpečila čo najvyššia kontinuita prevádzky pre chladiace miestnosti:
    - použijeme prúdové chrániče typu SI, aby sme predišli neželaným prerušeniam prúdu spôsobeným v čase prietoku bleskovej vlny.
  - Pre ochranu pred atmosférickým prepätiami:
    - do hlavného rozvádzača nainštalujeme zvodič prepätia typu 1 (prípadne 1 a 2)
    - do každého prídavného rozvádzača nainštalujeme zvodiče prepätia typu 2.
- Zvodiče, ktoré budú chrániť citlivé spotrebiče vo vzdialenosti viac ako 10 metrov od priradeného zvodiča typu 3:
- do telekomunikačnej inštalácie nainštalujeme dátové zvodiče prepätia, ktoré budú chrániť príslušné zariadenia, ako sú modemy, požiarne hlásiče, telefóny a faxy.

## Odporúčania pre kabeláž

- Zaisťte ekvipotenciálne pospájanie konštrukcií budovy.
- Znížte dĺžky napájacích káblov na minimum.

## Odporúčania pre inštalácie

- Nainštalujte zvodič prepätia,  $I_{max} = 40 \text{ kA}$  ( $8/20 \mu\text{s}$ ) a istič iC60 s menovitým prúdom  $I_n 40 \text{ A}$ .
- Nainštalujte jemné zvodiče prepätia typu 3,  $I_{max} = 8 \text{ kA}$  ( $8/20 \mu\text{s}$ ) a pridrúžený istič iC60 s menovitým prúdom  $I_n 10 \text{ A}$ .



Obr. 44: Telekomunikačná sieť

## 5.2 Zvodiče pre fotovoltaické aplikácie (FV)

Prepätie môže vzniknúť v elektroinštaláciách z rôznych dôvodov. Môže ich spôsobiť:

- Rozvodná sieť ako dôsledok bleskov alebo ako dôsledok spínacích procesov v inštalácii.
- Blesk (v blízkosti budov alebo keď udrie priamo do budov či FV zariadení alebo do bleskozvodov).
- Zmeny elektrického poľa v dôsledku bleskov.

Ako všetky konštrukcie budovy, aj FV inštalácia je ohrozená bleskami. Použitie zvodičov prepätia je v tomto prípade nevyhnutné.

### 5.2.1. Ochrana vzájomným pospájaním

Prvé ochranné opatrenie, ktoré môžeme využiť, je vzájomné pospájanie vodivých častí s ochranným vodičom inštalácie. Účelom je vytvorenie rovnakého potenciálu vo všetkých bodoch nainštalovaného systému.

### 5.2.2. Ochrana pomocou zvodičov prepätia (SPD)

SPD sú obzvlášť dôležité pre ochranu citlivých zariadení, ako sú striedače, meracie a monitorovacie systémy a fotovoltaické panely, ale aj ďalšie zariadenia napájané z rozvodnej siete 230V AC. Ďalej popísaná metóda posúdenia rizika vychádza z hodnotenia kritickej dĺžky inštalácie  $L_{crit}$  a súhrnnej dĺžky  $L$  vedenia na strane DC.

Ochrana zvodičmi prepätia je potrebná, ak je  $L \geq L_{crit}$ .

$L_{crit}$  závisí od typu FV inštalácie a stanovuje sa podľa tabuľky (Obr. 45):

$L$  je súčet dĺžok:

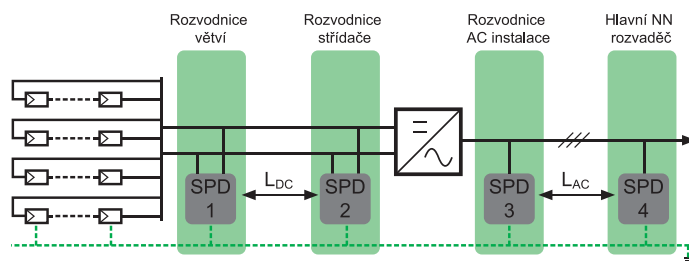
- súčet vzdialeností medzi striedačom (striedačmi) a rozvodnicami,

| Typ inštalácie         | Rodinné domy                                   | Továrnske objekty | Administratívne, poľnohospodárske a priemyselné budovy |
|------------------------|--|-------------------|--|
| $L_{crit}$ (v metroch) | 115/ $N_g$                                     | 200/ $N_g$        | 450/ $N_g$   |
| $L \geq L_{crit}$      | Zvodič(e) prepätia sú na DC strane povinné     |                   |  |
| $L < L_{crit}$         | Zvodič(e) prepätia nie sú na DC strane povinné |                   |  |

Obr. 45: Výber DC zvodičov

pričom dĺžka káblov umiestnených v rovnakom kanáli sa berie do úvahy iba raz  
 ■ súčet vzdialeností medzi rozvodnicami a spojovacími bodmi fotovoltaických modulov vytvárajúcich reťaz (tzv. string), dĺžka káblov umiestnených v rovnakom kanáli sa berie do úvahy iba raz.

$N_g$  je hustota bleskov (počet úderov blesku/km<sup>2</sup>/rok).



Obr. 46a: Výber zvodičov

| Poloha    | Zvodič prepätia                 |                   |                   |                 |                   |                   |  |
|-----------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--|
|           | FV moduly alebo rozvodnice poľa |                   | Menič DC strana   | Menič strana AC |                   | Hlavný rozvádzač  |  |
|           | $L_{DC}$                        |                   |                   | $L_{AC}$        |                   | Bleskozvod        |  |
| Kritérium | < 10 m                          | > 10 m            |                   | < 10 m          | > 10 m            | Áno               | Nie  |
| Typ SPD   | Nie je potrebný                 | „SPD 1“<br>Typ 2* | „SPD 2“<br>Typ 2* | Nie je potrebný | „SPD 3“<br>Typ 2* | „SPD 4“<br>Typ 1* | „SPD 4“<br>Typ 2 ak<br>$N_g > 2,5$<br>a nadzemné vedenie |

\* Podľa EN 62305 nemusia byť typy 1 a 2 oddelené.

Obr. 46b: Výber zvodiča

### Inštalácia zvodičov

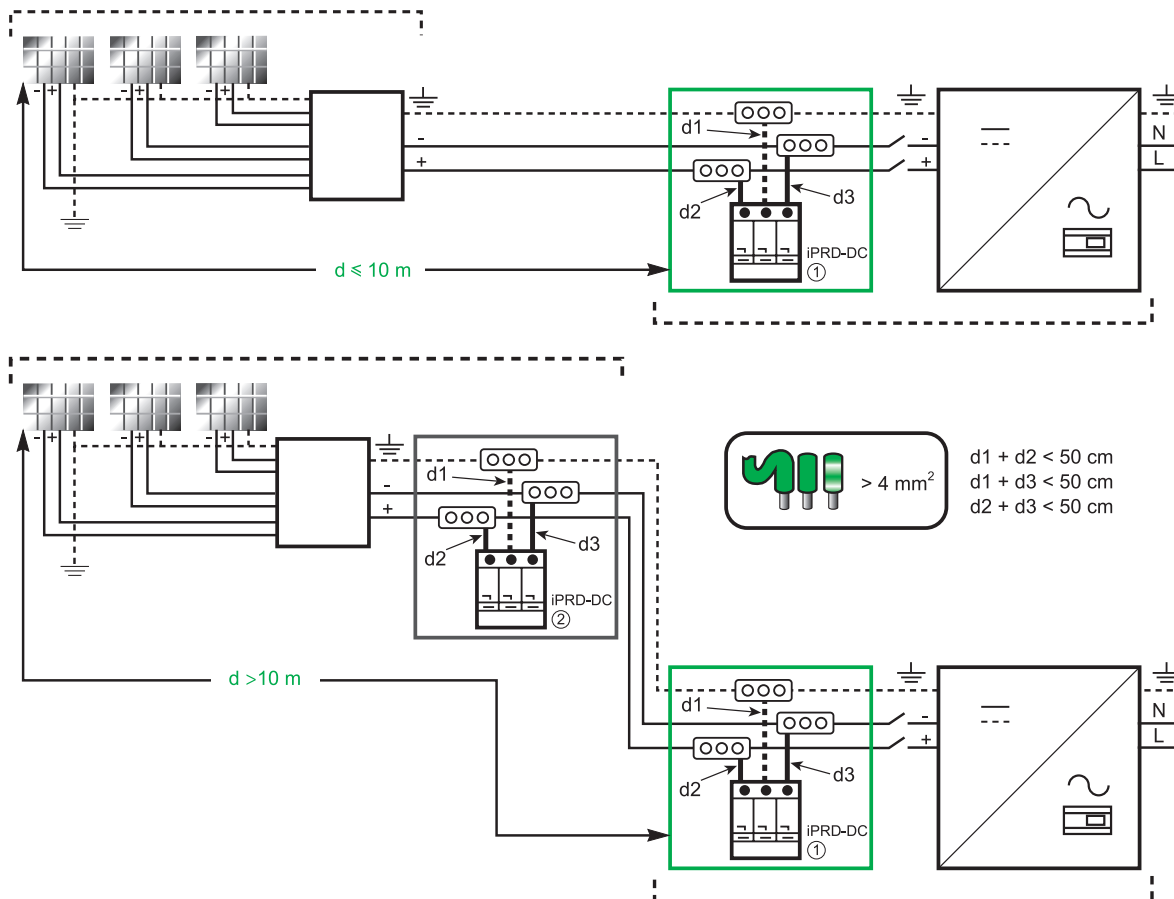
Počet a umiestnenie zvodičov na strane DC závisí od dĺžky káblov medzi fotovoltaickými panelmi a meničom. Zvodič by mal byť nainštalovaný v blízkosti meniča vo vzdialenosti kratšej ako 10 metrov. Ak je vzdialenosť väčšia ako 10 metrov, je potrebné nainštalovať druhý zvodič a mal by byť umiestnený v skrini blízko fotovoltaického panela.

Prvý zvodič by mal byť umiestnený v blízkosti meniča.

Z hľadiska efektivity ochrany musí byť vzdialenosť medzi káblami DC siete, uzemňovacou svorkou zvodiča a uzemňovacou sústavou čo najkratšia – kratšia ako 2,5 m. ( $d_1 + d_2 < 50$  cm).

Bezpečná a spoľahlivá výroba energie z fotovoltického zdroja.

Aby sa zaistila bezpečnosť častí výroby a premeny energie, môže byť potrebná inštalácia dvoch alebo viac zvodíčov prepätia.



Obr. 47: Umiestnenie zvodíčov

## 6.1 Normy pre ochranu pred bleskom

Ochrana inštalácií pred bleskom je vymedzená v normách IEC 62305 1 až 4 (NF EN 62305, časti 1 až 4) a normatívnych publikáciách IEC 61024, IEC 61312 a IEC 61663.

■ 1. časť – Všeobecné zásady:

Táto časť zavádza všeobecné pravidlá na ochranu pred bleskom a jej charakteristiky.

■ 2. časť – Riadenie rizík:

Táto časť je zameraná na hodnotenie rizika na budovu spôsobeného zásahmi bleskov a definovaním variánt ochrany s ohľadom na ich náklady.

■ 3. časť – Hmotné škody na stavbách a ohrozenie života:

Táto časť obsahuje požiadavky na ochranu budov pred priamym zásahom blesku – prostredníctvom bleskozvodu. Princípy vyrovnania potenciálov uzemnenia s ohľadom na použitie zvodiča typu 1.

■ 4. časť – Elektrické a elektronické systémy v budovách:

Táto časť popisuje ochranu pred účinkami indukovaného prepätia od bleskov vrátane systému ochrán zvodičmi (typy 2 a 3), tienenie káblov, pravidiel inštalácie SPD a pod.

Tento súbor noriem je doplnený o:

■ sériu noriem IEC 61643 pre definovanie produktov na ochranu pred bleskom (pozri podkapitolu 2);

■ sériu noriem IEC 60364-4 a-5 pre použitie produktov v NN elektroinštalácii (pozri podkapitolu 3).

## 6.2. Súčasti zvodiča prepätia SPD

Hlavné časti zvodiča prepätia (pozri **Obr. 48**):

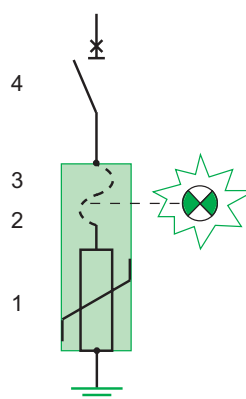
1) jeden alebo viac nelineárnych častí: živé časti (varistor, plynová bleskoistka atď.)

2) tepelná ochrana (vnútorný odpínač), ktorá chráni v prípade tepelného preťaženia a pri ukončení životnosti zvodiča (SPD s varistorom)

3) indikátor, ktorý signalizuje koniec životnosti zvodiča SPD

(Niektoré zvodiče prepätia poskytujú diaľkovú signalizáciu)

4) vonkajšia ochrana (poisťka alebo istič), ktorá poskytuje ochranu pred skratovým prúdom (tento prístroj môže byť súčasťou zvodiča).







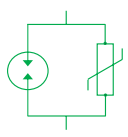
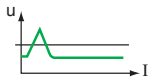
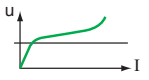
Obr. 48: Zloženie zvodiča

### 6.2.1 Technológia živých častí

Živé časti zvodíčov sa realizujú pomocou rôznych technológií. Všetky majú určité výhody a nevýhody:

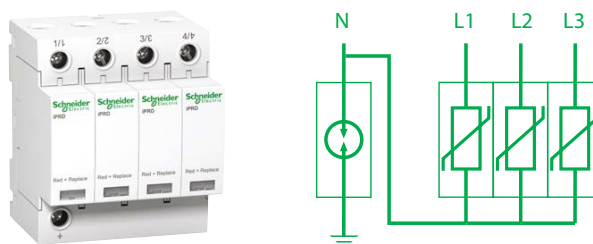
- Zenerova dióda;
- Výbojkové trubice (riadené alebo neriadené);
- Varistor (varistor ZnO).

Tabuľka nižšie zobrazuje charakteristiky a použitie troch najčastejšie používaných technológií.

| Komponent          | Výbojková bleskoistka naplnená plynom  | Zapuzdrené iskrište   | Varistor   | Výbojková bleskoistka a varistor v sérii  | Zapuzdrené iskrište a varistor paralelne  |
|--------------------|--|---|--|---|---|
| Vlastnosti         |   |  |   |  |  |
| Prevádzkový režim  | Spínanie napätia   | Spínanie napätia  | Obmedzenie napätia   | Spínanie napätia a obmedzenie v sérii   | Spínanie napätia a obmedzenie paralelne   |
| Prevádzkové krivky |                                        |   |  |   |   |
| Aplikácie          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Telekomunikačné siete</li> <li>■ NN sieť (v kombinácii s varistorom)</li> </ul> | Sieť NN   | Sieť NN  | Sieť NN   | Sieť NN   |
| Typ                | Typ 2  | Typ 1   | Typ 1 alebo typ 2  | Typ 1 a typ 2   | Typ 1 a typ 2   |

Obr. 49: Súhrnná tabuľka výkonnosti

**Poznámka:** Obe technológie nainštalované do jedného zvodíča (pozri Obr. 50)

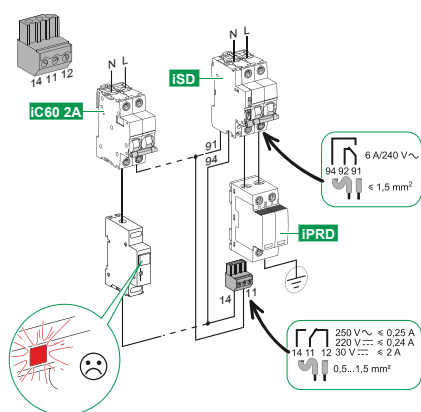


Obr. 50: Zvodíče Schneider Electric iPRD SPD obsahujú zapuzdrené iskrište medzi zemou a nulou (PE-N) a varistory medzi fázami a nulou (L-PE).

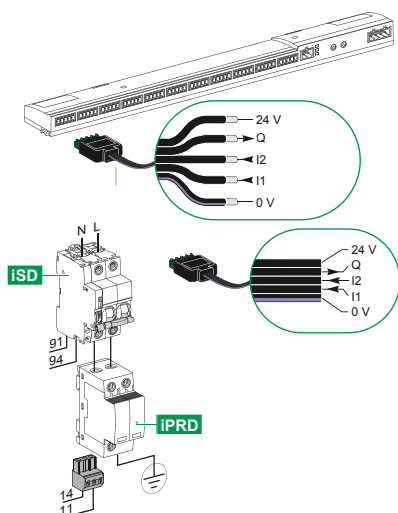




Obr. 51: Zvodič typu iPRD 3P+N značky Schneider Electric



Obr. 52a: Inštalácia kontrolky stavu so zvodičom iPRD



Obr. 52b: Diaľková signalizácia stavu zvodiča pomocou komunikačného modulu Smartlink

## 6.3 Indikácia konca životnosti

Signalizácia konca životnosti súvisí s vnútorným odpojovačom a vonkajšou ochranou SCPD (istič, poistka) a informuje používateľa, že zariadenie už nie je ďalej chránené pred prepätím atmosférického pôvodu.

Túto funkciu zvyčajne vyžadujú montážne predpisy.

Signalizácia konca životnosti sa vykonáva mechanickým terčíkom alebo svetelnou signalizáciou.

Ak je použitá vonkajšia ochrana poistkou, musia byť použité poistky s terčíkom a základňa musí byť vybavená systémom indikujúcim vyskočenie terčíka.

### 6.3.1 Miestna a diaľková signalizácia

Zvodiče iPRD Schneider Electric disponujú mechanickým (miestnym) ukazovateľom a voliteľne môžu byť doplnené o diaľkovú signalizáciu.

#### Miestna signalizácia

Zvodiče iPRD sú vybavené miestnym mechanickým indikátorom stavu:

- červený mechanický indikátor (nainštalovaný na každom module) znamená koniec životnosti.

#### Diaľková signalizácia

Zvodiče iPRD sú (voliteľne) vybavené signalizačným kontaktom, ktorý umožňuje diaľkovú signalizáciu:

- konca životnosti modulov;
- chýbajúceho výmenného modulu;

Diaľková signalizácia umožňuje okamžitý prehľad o stave zvodiča a jeho pripravenosti na ochranu inštalácie.

### 6.3.2 Údržba na konci životnosti

Keď ukazovateľ konca životnosti signalizuje nefunkčnosť zvodiča alebo jeho odpojenie vnútornou tepelnou ochranou, musí byť vymenený.

Z bezpečnostných dôvodov sa dôrazne odporúča vymieňať tieto moduly bez napätia.

- Výmenný modul je možné na konci životnosti jednoducho vymeniť.

## 6.4 Podrobná charakteristika vonkajšej ochrany SCPD

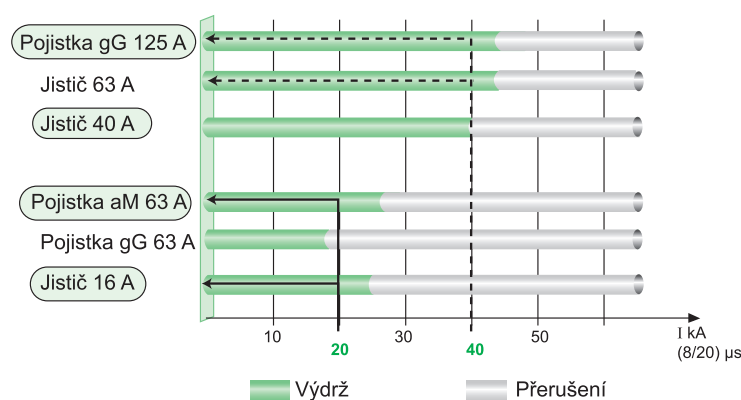
### 6.4.1 Výdrž prúdovej vlny

Skúška odolnosti vonkajšej (skratovej) ochrany.

- Pri použití poistiek (nožových alebo skrutkových) je odolnosť voči prúdovej vlne vyššia a vyššia s charakteristikou aM než gG.
- Ističe sú v porovnaní s poistkami odolnejšie voči prúdovej vlne.

Obr. 53 na ďalšej strane zobrazuje výsledky skúšok odolnosti voči vlne napätia:

- na ochranu zvodiča určeného pre  $I_{max} = 20 \text{ kA}$  môžeme zvoliť ako vonkajšiu ochranu istič 16 A alebo poistku aM 63 A,
- Poznámka: V tomto prípade nie je vhodná poistka typu gG 63 A.
- na ochranu zvodiča určeného pre  $I_{max} = 40 \text{ kA}$  môžeme zvoliť ako vonkajšiu ochranu istič 40 A alebo poistku aM 125 A.



**Obř. 53:** Porovnanie výdrže vlny napätia vonkajšej ochrany pre  $I_{max} = 20 \text{ kA}$  a  $I_{max} = 40 \text{ kA}$

### 6.4.2 Ochranná napät'ová úroveň $U_p$

Vo všeobecnosti:

■ Úbytok napätia na svorkách ističa je vyššia ako na svorkách poistky. Je to preto, že impedancia komponentov ističa (prvky tepelnej a skratovej ochrany) je vyššia ako pri poistke.

Napriek tomu:

■ Rozdiel v poklese napätia je pre prúdové vlny nepresahujúce 10 kA (95 % prípadov) zanedbateľný;

■ Inštalovaná ochranná napät'ová úroveň  $U_p$  zohľadňuje aj impedanciu káblov. Tá môže byť v prípade použitia poistiek vysoká (ochrana mimo zvodiča) a nízka v prípade použitia ističa (istič blízko zvodiča alebo integrovaný vo zvodiči).

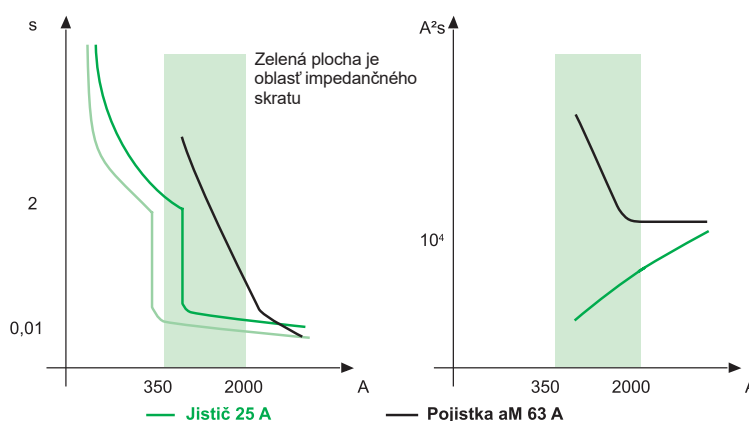
Poznámka: Inštalovaná napät'ová úroveň  $U_p$  je súčtom poklesov:

- na zvodiči;
- na vonkajšej ochrane;
- na kabeláži prístrojov.

### 6.4.3 Ochrana pred impedančným skratom

Impedančný skrat generuje veľké množstvo energie a preto musí byť eliminovaný čo najskôr, aby sa predišlo poškodeniu inštalácie a zvodiča.

**Obř. 54** porovnáva dobu odozvy a obmedzenie energie vonkajšej ochrany poistkou 63 A M a ističom 25 A. Tieto dva ochranné prvky majú rovnakú odolnosť voči prúdovej vlne 8/20  $\mu\text{s}$  (27 kA a 30 kA).



**Obř. 54:** Porovnanie obmedzujúcich kriviek čas/prúd a energie ističa a poistky s rovnakou odolnosťou voči prúdovej vlne 8/20  $\mu\text{s}$

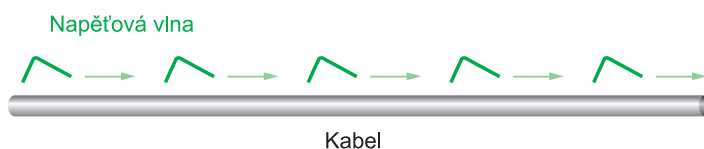
## 6.5 Šírenie bleskovej vlny

Elektronické rozvodné siete sú nízkofrekvenčné, vďaka čomu je okamžité napätie vo všetkých častiach vodiča rovnaké.

Blesková vlna je vysokofrekvenčná (niekoľko stoviek kHz až MHz):

■ Blesková vlna sa šíri určitou rýchlosťou po vodiči v závislosti od frekvencie javu.

Výsledkom je, že v danom okamihu nemá napätie v ľubovoľnom bode média rovnakú hodnotu (pozri **Obr. 55**).



**Obr. 55:** Šírenie bleskovej vlny vo vodiči

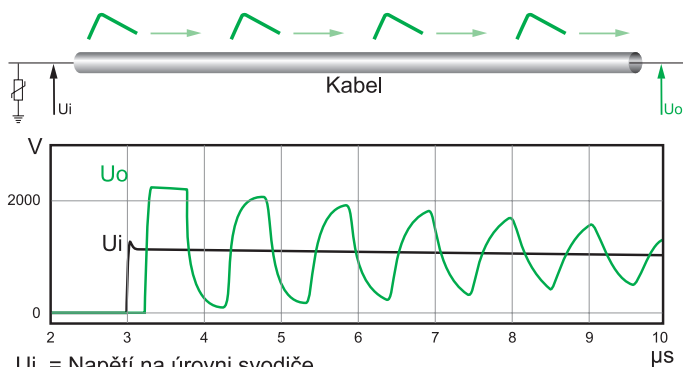
■ Zmena média (kábel, zbernica, svorkovnica...) vytvára jav šírenia a/alebo odrazu vlny v závislosti od:

- rozdielov impedancie dvoch médií;
- frekvencie postupujúcej vlny (strmosť nábehu v prípade impulzu);
- dĺžky média.

V prípade úplného odrazu sa môže hodnota vlny zdvojnásobiť.

### Príklad: Prípád ochrany inštalácie zvodičom prepätia

Simulácia javu počas laboratórnych skúšok aplikovaného na bleskovú vlnu ukázala, že spotrebič napájaný káblom s dĺžkou 30 m, ktorý je chránený zvodičom prepätia s úrovňou napätia  $U_p$ , zasiahne vďaka odrazu vlny prepätia dvojnásobnú hodnotu  $U_p$  (pozri **Obr. 56**).



$U_i$  = Napätí na úrovni svodiče

$U_o$  = Napätí na konci vodiča

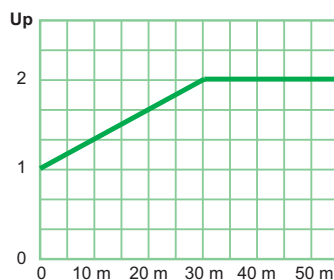
**Obr. 56:** Šírenie bleskovej vlny na konci vodiča

### Nápravné opatrenia

Spomedzi týchto troch faktorov (rozdiel impedancií, frekvencia a vzdialenosť) je možné ovplyvniť iba jeden a to je dĺžka kábla medzi zvodičom a chráneným zariadením. Čím je kábel dlhší, tým väčší je odraz vlny.

Vo všeobecnosti sú odrazy vln vznikajúce v budovách zásadné od káblov dĺžky 10 a napätie sa môže až zdvojnásobiť už pri 30 metroch (pozri **Obr. 57**).

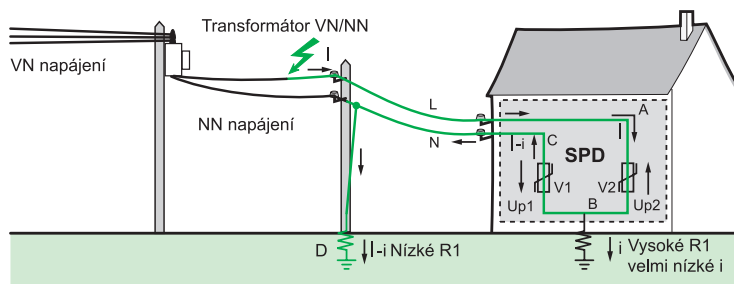
V prípadoch, kedy dĺžka kabeľáže medzi zvodičom a spotrebičom presiahne 10 metrov, je potrebné nainštalovať ďalší jemný zvodič prepätia.



Obr. 57: Maximálne napätie odrazu v kábli v závislosti od jeho dĺžky pri vstupnom napätí = 4kV/μs

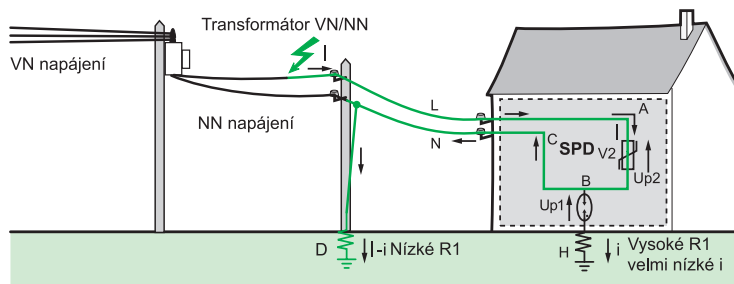
### 6.6 Príklad bleskového prúdu v systéme TT

Pozdĺžne napätie medzi L-PE alebo L-PEN vzniká bez ohľadu na typ uzemňovacieho systému (pozri Obr. 58). Hodnota odporu uzemnenia R1 v rozvodnej sieti je nižšia ako hodnota R2 v mieste inštalácie. Bleskový prúd potečie obvodom s nižším odporom ABCD, t.j. cez zvodiče V1 a V2, čo spôsobí rozdielové prepätie na zvodiči (UP1 + UP2) a objaví sa na svorkách A-C na vstupe inštalácie.



Obr. 58: Len pozdĺžny režim ochrany

Pre efektívnu ochranu zariadenia medzi fázou a nulou (L-N), t.j. medzi bodmi A-C, musí byť prepätie maximálne znížené. Preto sa zapojenia prepätia na Obr. 59 líšia. Bleskový prúd potečie obvodom ABH, ktorý má nižšiu impedanciu ako obvod ABCD. Je to spôsobené zaradením iskrišťa zvodiča prepätia. V tomto prípade je rozdielové napätie zhodné so zvyškovým napätím UP2.



Obr. 59: Pozdĺžny a priečny režim ochrany







[www.se.com/sk](http://www.se.com/sk)



**Schneider Electric Slovakia, spol. s r.o.**

Karadžičova 16, 821 08 Bratislava  
Zákaznícke centrum  
Tel.: +421 850 123 455 – e-mail: [sk.schneider@se.com](mailto:sk.schneider@se.com)  
[www.se.com/sk](http://www.se.com/sk)

SKCOM404

09-2020



— —  
Schneider Electric: Ochrana pred prepätím

Katalóg

SKCOM404

09-2020  
— —

[www.se.com/sk](http://www.se.com/sk)

# Schneider Electric

|

|





# Ochrana pred prepätím



Life Is On

**Schneider**  
Electric