



Ochrana proti přepětí

Katalog a instalační příručka

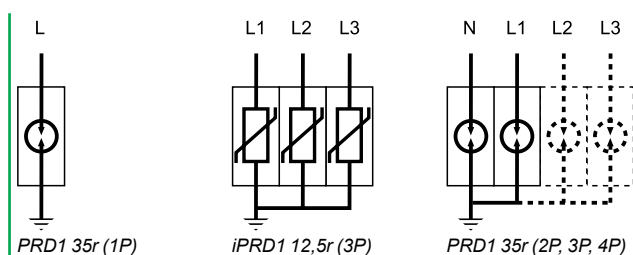
www.se.com/cz

Life Is On

Schneider
Electric

Obsah

	Přehled	4
	Svodiče bleskového proudu - Typ 1	4
	Kombinované svodiče přepětí - Typ 1 a 2	4
	Svodiče přepětí - Typ 2	10
	Svodiče přepětí - Typ 2 a 3	14
	Ochrana datových linek	20
	Svodiče přepětí pro fotovoltaiku	22
1	Atmosférické přepětí	24
	1.1 Definice přepětí	24
	1.2 Vlastnosti přepětí způsobeného atmosférickými vlivy	25
	1.3 Účinek na elektrickou instalaci	25
	1.4 Charakteristika bleskové vlny	28
2	Princip ochrany před bleskem	29
	2.1 Obecné zásady	29
	2.2 Systém ochrany budovy	29
	2.3 Systém ochrany elektrické instalace	31
	2.4 Svodič přepětí (SPD)	32
3	Návrh systému ochrany elektrické instalace	35
	3.1 Pravidla návrhu	35
	3.2 Složky systému ochrany	36
	3.3 Společné vlastnosti svodičů na základě charakteristiky instalace	38
	3.4 Výběr svodiče typu 1	41
	3.5 Výběr svodiče typu 2	41
	3.6 Výběr přístroje pro vnější zkratovou ochranu (SCPD)	42
	3.7 Koordinační tabulka svodiče a zkratové ochrany	44
4	Instalace svodičů přepětí	46
	4.1 Zapojení	46
	4.2 Pravidla pro vedení kabeláže	48
5	Aplikace	50
	5.1 Příklady instalace	50
	5.2 Svodiče pro fotovoltaické aplikace (FV)	51
6	Technické doplňky	54
	6.1 Normy pro ochranu před bleskem	54
	6.2 Komponenty svodiče přepětí SPD	54
	6.3 Signalizace konce životnosti	56
	6.4 Detailní charakteristiky vnější ochrany SCPD	56
	6.5 Šíření bleskové vlny	58
	6.6 Příklad bleskového proudu v systému TT	59



				Uzemňovací soustava	Náhradní vložky pro iPRD
1P	2P	3P	4P		
A9L16182		A9L16382		TT, TN-S	A9L16082
				TN-C	A9L16082
<p>Diagram showing three types of surge protectors:</p> <ul style="list-style-type: none"> PRD1 25r (1P): A surge protector connected to a line (L) and ground. PRD1 25r (2P, 3P, 4P): Two surge protectors connected in parallel to a phase line (L1) and neutral (N), and two more connected in parallel to phase lines (L2, L3) and ground. PRD1 Master (2P, 3P, 4P): Two surge protectors connected in parallel to a phase line (L1) and neutral (N), and two more connected in parallel to phase lines (L2, L3) and ground. 					
				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 vodičem, TT, TN-S	16643
16649		3x 16649		IT bez rozvedeného nulového vodiče, TN-C	16644
			4x 16649	IT s rozvedeným nulovým vodičem	16645

Svodiče bleskového proudu typu 1

Kombinované svodiče přepětí typu 1 a 2

PRD1

Typ	Počet pólů	Počet pólů	I imp (kA) (10/350) Impulzní proud	I max (kA) (8/20) Max. výbojový proud	In (kA) Jmenovitý výbojový proud	Up (kV) Ochranná úroveň napětí	Un (V) Jmenovitá napětí sítě	Uc (V) Maximální trvalé provozní napětí	Kat. číslo
		18 mm						(L-N)/(N-PE)	
iPRD1 12,5r 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
PRD1 25r 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
PRD1 Master 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
PRD1 35r Typ 1									
	1P	2	35	50	35	≤ 2,5	400/690V (TN) 400 V (IT)	440	16649
Náhradní modul									
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

Svodiče přepětí	Náhradní moduly		Neutrál
	Fáze Typ 1	Typ 2	
PRD1 12,5r			
PRD1 12,5r	A9L16082	A9L16082	-
PRD1 25r			
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
PRD1 Master			
PRD1 Master 1P	16314	-	-
PRD1 Master 1P+N	16314	-	16317
PRD1 Master 3P	3x 16314	-	-
PRD1 Master 3P+N	3x 16314	-	16317
PRD1 35r			
PRD1 35r 1P	1x16318	-	-
PRD1 35r 2P	2x16318	-	-
PRD1 35r 3P	3x16318	-	-
PRD1 35r 4P	4x16318	-	-

Příslušenství		
Typ	Počet pólů (18 mm)	
4P Hřebenová lišta	4	16643
6P hřebenová lišta	6	16644
8P hřebenová lišta	8	16645
200 mm ohebný kabel	-	16646

DB123370



Technické údaje

	iPRD1 12,5r	PRD1 35r	PRD1 25r	PRD1 Master
Provozní frekvence	50 Hz	50/60 Hz	50 Hz	50 Hz
Stupeň krytí	V rozvaděči Samotný přístroj Odolnost	IP40 IP20 IK05	IP40 IP20 IK05	IP40 IP20 IK05
Doba odezvy	≤ 25 ns	≤ 100 ns	≤ 25 ns	≤ 100 ns
Výdržný zkratový proud (I _{sc} r)	50 kA	50 kA	25 kA	50 kA
Dočasná odolnost vůči přepětí (U _T)	U _T (L-N) U _T (N-PE)	337 V AC/5 s -	580 V AC/5 s 800 V AC/120 min	415 V AC/5 s 1200 V AC/200 ms
Krátkodobé provozní přepětí - Bezpečný poruch. režim (U _T)	U _T (L-N)	-	1640 V AC/200 ms	440 V AC/120 min
Zemní zbytkový proud (I _{PE})	I _{PE} (L-PE) I _{PE} (N-PE)	0,009 mA pro 1P, 3P 0,000003 mA pro 1P+N, 3P+N	- ≤ 0,005 mA	- ≤ 0,01 mA pro 1P+N, 3P+N
Samozhášivost následných proudů (I _n)	I _n (L-N) I _n (N-PE)	- 100 A	50 kA -	25 kA/264 V AC 3 kA/350 V AC 100 A
Signalizace konce životnosti	Bílá: v provozu Červená: konec životnosti Dálková signalizace	Bílá: v provozu Červená: konec životnosti 1,5 A/250 V AC	Bílá: správná funkce Červená: konec životnosti 1 A/250 V AC ≤ 1 A/30 V DC	Bílá: v provozu Červená: konec životnosti 1 A/250 V AC ≤ 1 A/30 V DC
Možnost připojení tunelovými svorkami	Pevné kab. Ohebné kab.	10...35 mm ² 6...25 mm ²	16...35 mm ² 10...25 mm ²	10...35 mm ² 10...25 mm ²
Provozní teplota	-25 až +60 °C	-40 až +80 °C	-40 až +80 °C	-40 až +80 °C
Vlhkost	5 až 95 %	5 až 95 %	5 až 95 %	5 až 95 %
Normy	IEC 61643-11: 2011 [T1], [T2] EN 61643-11: 2012 Typ 1 + Typ 2	IEC 61643-11: 2011 [T1], EN 61643-11 Typ 1	IEC 61643-11: 2011 [T1], [T2] EN 61643-11: 2012 Typ 1 + Typ 2	IEC 61643-11: 2011 [T1] EN 61643-11: 2012 Typ 1
Osvědčení	CE, EAC, VDE	CE	CE, KEMA-KEUR	CE, KEMA-KEUR

Koordinace jističe se svodičem přepětí

Typ	I _{imp} : Impulzní proud	I _{sc} : předpokládaný zkratový proud v místě instalace				
		10 kA	15 kA	25 kA	36 kA	50 kA
iPRD 12,5r	12,5 kA	C120N 80 A char. C nebo Compact NSX 100B 100 A*	C120H 80 A char. C nebo Compact NSX100B 100 A*	NG125N 80 A char. C nebo Compact 100B 100 A*	NG125H 80 A char. C nebo Compact NSX 100F 100 A*	NG125L 80 char. C nebo Compact NSX 100N 100 A*
PRD1 35r	35 kA	Compact NSX 160B 160 A		Compact NSX 160F 160 A	Compact NSX 160N 160 A	
PRD 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	

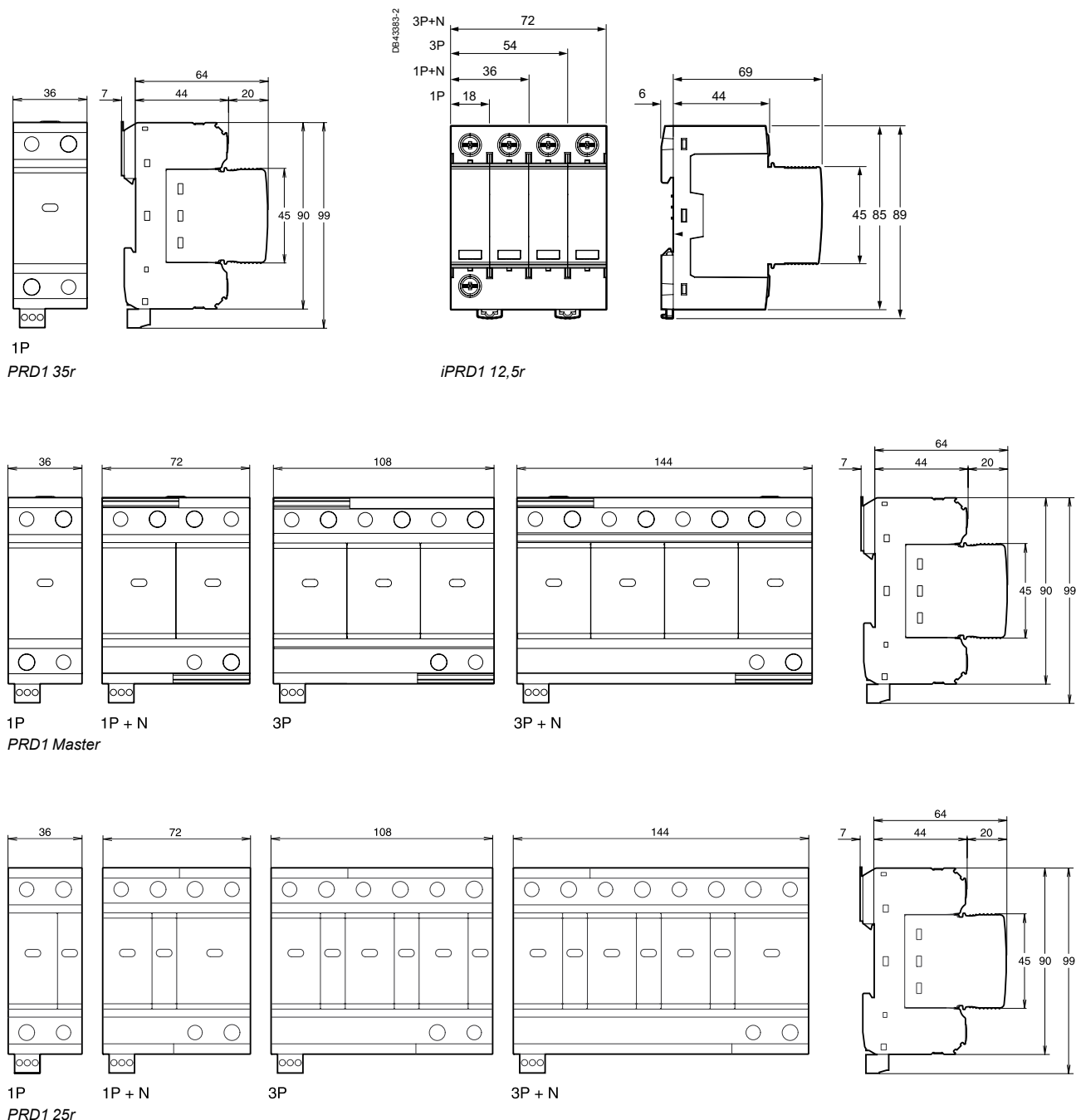
* Pro bleskový impulzní proud

**PRD1 25r / PRD1 Master/
PRD 1 35r Oboustranný**
■ Svodič přepětí lze připojit k vodičům L/N/PE, zapojit zdola nebo shora.



Svodiče bleskového proudu typu 1 Kombinované svodiče přepětí typu 1 a 2 PRD1

Rozměry (mm)



Hmotnost (g)

Svodiče přepětí				
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
Náhradní modul	Nulový	112	229	229
	Fáze	-	245	242



Každý svodič přepětí v dané nabídce je určen pro konkrétní aplikaci:

■ **Typ 2**

- iPF K 65 se doporučuje instalovat do oblastí s velmi vysokým rizikem,
- iPF K 40 se doporučuje instalovat do oblastí s vysokým rizikem,
- iPF K 20 se doporučuje instalovat do oblastí se středním rizikem.

Typová označení

Maximální vybíjecí proud (I _{max}) / Jmenovitý vybíjecí proud (I _n)	Typ ochrany	Síť			
		1P+N	3P+N	1P	3P
65 kA/20 kA	Typ 2				
Velmi vysoké riziko		iPF K 65	A9L15586		
40 kA/15 kA	Typ 2				
Vysoké riziko		iPF K 40	A9L15687		A9L15686
				A9L15688	A9L15582
20 kA/5 kA	Typ 2				
Střední riziko		iPF K 20	A9L15692		A9L15691
				A9L15693	A9L15597



1P



1P+N



3P



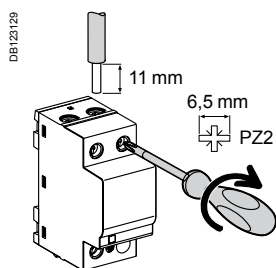
3P+N

Koordinace jističe se svodičem přepětí

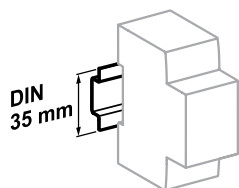
Svodič přepětí	Přidružený jistič (všechny póly jištěné)
iPF K 65	Char. C 50 A
iPF K 40	Char. C 40 A
iPF K 20	Char. C 20 A

Uzemňovací soustava	Řada svodičů	Šířka v modulech (18 mm)	Up - Ochranná napěťová úroveň (kV)			Un - Jmenovité napětí sítě (V)	Uc - Maximální trvalé provozní napětí (V)		
			Podélné přepětí		Příčné přepětí		Podélné přepětí		Příčné přepětí
			L/±	N/±	L/N		L/±	N/±	L/N
iPF K 65									
TT a TN-S	iPF K 65 3P+N	-	-	≤ 1,5	≤ 1,5	-	-	260	340
iPF K 40									
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
iPF K 20									
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

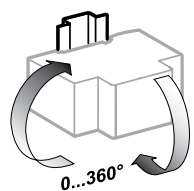
Připojení



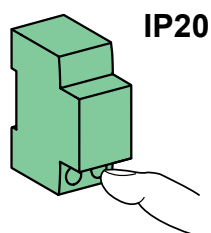
Typ	Utahovací moment	Měděné kabely	
		Pevný	Ohebný nebo s dutinkou
iPF K	3,5 N.m	25 mm ² max.	16 mm ² max.



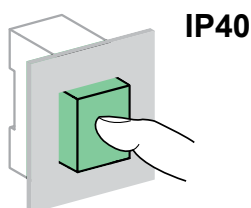
Nacvaknutí na DIN lištu 35 mm.



Nezávislá poloha instalace.



IP20



IP40

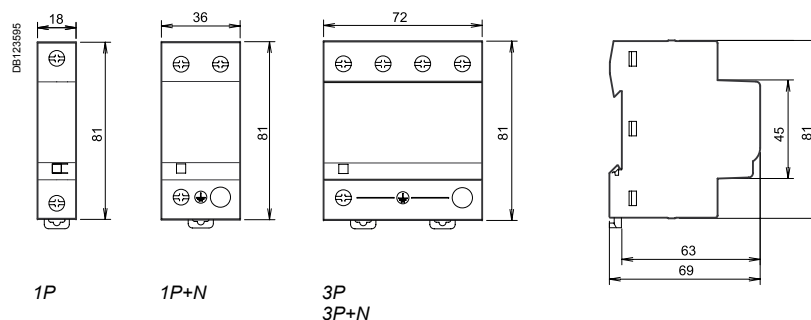
Technické údaje

Hlavní charakteristiky		
Provozní frekvence		50/60 Hz
Jmenovité napětí sítě (Un)		230/400 V AC ± 10%
Kontinuální provozní proud (Ic)		< 5 mA
Doba odezvy		< 25 ns
Výdržný zkratový proud (I _{SCCR})		25 kA (50 Hz)
Krátkodobé provozní přepětí (U _T) síť NN	U _T (L-N)	337 V AC / 5 s
	U _T (L-PE)	442 V AC/120 min
Krátkodobé provozní přepětí (U _T) síť VN	U _T (N-PE)	1200 V AC/200 ms
	U _T (L-PE)	1453 V AC / 200 ms
Zemní reziduální proud (I _{PE})	I _{PE} (L-PE)	1P: ≤ 5 mA
		3P: ≤ 25 mA
	I _{PE} (N-PE)	3 μA pro 1P+N, 3P+N
Signalizace konce životnosti mechanickým indikátorem	Zelená	V provozu
	Červená	Konec životnosti
Další charakteristiky		
Stupeň krytí (IEC 60529)	Samotný přístroj	IP20 (vestavěný)
	V rozvaděči	IP40
Provozní teplota		-25°C až +60°C
Vlhkost		5% až 95%
Certifikáty		IEC 61643-11: 2011 T2

Hmotnost (g)

Svodič přepětí	
Typ	iPF K
1P	125
1P+N	210
3P	335
3P+N	420

Rozměry (mm)





Každý svodič přepětí této řady má specifické využití:

typ 2

- iPRD65r jsou určeny pro velmi vysokou úroveň rizika (silně exponované lokace)
- iPRD40(r) jsou určeny pro vysokou úroveň rizika
- iPRD20(r) jsou určeny pro střední úroveň rizika

typ 3

- iPRD8(r) zajišťuje sekundární ochranu zátěží a instaluje se do kaskády s přepětovými ochranami přívodu. Tento svodič přepětí je vyžadován, když jsou chráněná zařízení dále než 10 m od svodiče přepětí na přívodu.

Svodiče přepětí iPRD s označením „r“ jsou vybaveny signalizačními kontakty pro signalizaci konce životnosti.

Typová označení svodičů přepětí iPRD



2P



4P

Max. výbojový proud (I _{max})	Jmen. výbojový proud (I _n)	Typ ochrany		Sít'									
		Typ 2	Typ 3	N	L1	L2	L3	N	L1	L2	L3		
				1P+N	3P+N	1P	2P	3P	4P				
iPRD65													
65 kA Velmi vysoká úroveň rizika (silně exponované lokace)	20 kA	iPRD65		A9L65501		A9L65101							
							A9L65201						
					A9L65601			A9L65301					
												A9L65401	
iPRD40													
40 kA Vysoká úroveň rizika	15 kA	iPRD40				A9L40101							
				A9L40501		A9L40100							
				A9L40500									
							A9L40201						
							A9L40200						
								A9L40301					
								A9L40300					
					A9L40601								A9L40401
					A9L40600								A9L40400
iPRD20													
20 kA Střední úroveň rizika	5 kA	iPRD20		A9L20501		A9L20100							
				A9L20500									
							A9L20200						
								A9L20300					
					A9L20601								
					A9L20600								
													A9L20400
iPRD8													
8 kA Pro ochranu zařízení vzdálených více než 10 m od svodiče typu 2	2,5 kA Zkušební napětí U _{oc} 10 kV		iPRD8			A9L08100							
				A9L08501									
				A9L08500									
							A9L08200						
								A9L08300					
					A9L08601								
					A9L08600								
													A9L08400

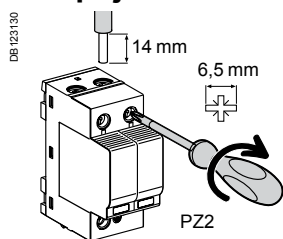


Cartridge

Náhradní vložky iPRD		
Typ	Náhradní vložky pro	Typová označení
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	Všechny výrobky (1P+N, 3P+N)	A9L00002

	Uzemňovací soustava	Signalizační kontakt	Název přepět'ové ochrany 9 mm	Šířka v 18 mm modulech	Up - Ochranná napět'ová úroveň (kV)			Un - (V) Jmen. síťové napětí	Uc - (V) Maximální stálé provozní napětí		
					Podélné přepětí		Příčné přepětí		Podélné přepětí		Příčné přepětí
					L/±	N/±			L/N	L/±	
iPRD65											
A9L65101	TT & TN	■	iPRD65r 1P	1	≤ 1,5	-	-	230	350	-	-
A9L65501	TT & TN-S	■	iPRD65r 1P+N	2	-	≤ 1,4	≤ 1,5	-	-	260	350
A9L65201	TN-C-S	■	iPRD65r 2P		≤ 1,5	≤ 1,5	-	-	350	350	-
A9L65301	TN-C	■	iPRD65r 3P	3	≤ 1,5	-	-	230/400	350	-	-
A9L65601	TT & TN-S	■	iPRD65r 3P+N	4	-	≤ 1,4	≤ 1,5	-	-	260	350
A9L65401	TN-C-S	■	iPRD65r 4P		≤ 1,5	≤ 1,5	-	-	350	350	-
iPRD40											
A9L40101	TT & TN	■	iPRD40r 1P	1	≤ 1,6	-	-	230	350	-	-
A9L40100	TT & TN	■	iPRD40 1P		≤ 1,6	-	-	-	350	-	-
A9L40501	TT & TN-S	■	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	■	iPRD40r 2P		≤ 1,6	≤ 1,6	-	-	350	350	-
A9L40200	TN-C-S	■	iPRD40 2P		≤ 1,6	≤ 1,6	-	-	350	350	-
A9L40301	TN-C	■	iPRD40r 3P	3	≤ 1,6	-	-	230/400	350	-	-
A9L40300	TN-C	■	iPRD40 3P		≤ 1,6	-	-	-	350	-	-
A9L40601	TT & TN-S	■	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	■	iPRD40r 4P		≤ 1,6	≤ 1,6	-	-	350	350	-
A9L40400	TN-C-S	■	iPRD40 4P		≤ 1,6	≤ 1,6	-	-	350	350	-
iPRD20											
A9L20100	TT & TN	■	iPRD20 1P	1	≤ 1,2	-	-	230	350	-	-
A9L20501	TT & TN-S	■	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	■	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	-
iPRD8											
A9L08100	TT & TN	■	iPRD8 1P	1	≤ 1,2	-	-	230	350	-	-
A9L08501	TT & TN-S	■	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	■	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	-

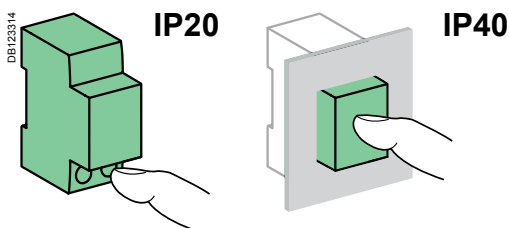
Připojení svodičů přepětí iPRD



Typ	Utahovací moment	Měděné vodiče	
		Plné	Slaněné nebo s koncovkou
iPRD	3,5 N.m	2,5 až 25 mm ²	4 až 16 mm ²

Technické údaje svodičů přepětí iPRD

Hlavní vlastnosti		
Provozní kmitočet		50/60 Hz
Provozní napětí (U _e)		230/400 V AC ±10 %
Stálý provozní proud (I _c)		< 1 mA
Doba odezvy		< 25 ns
Výdržný zkratový proud (I _{scrr})		50 kA (50 Hz)
Krátkodobé výdržné přepětí (U _r)	U _r (L-N)	337 V AC / 5 s
	U _r (L-PE)	442 V AC / 5 s
Krátkodobé přepětí Bezpečná porucha (U _T)	U _T (N-PE)	1200 V AC / 200 ms
	U _T (L-PE)	1453 V AC / 200 ms
Reziduální proud (I _{PE})	I _{PE} (L-PE)	600 µA for 1P, 2P, 3P, 4P
	I _{PE} (N-PE)	3 µA for 1P+N, 3P+N
Indikace správné funkce: mechanickým indikátorem	Bílá	V provozu
	Červená	Vložku je třeba vyměnit
Dálková indikace správné funkce		Kontakt Z, V 250 V / 0,25 A



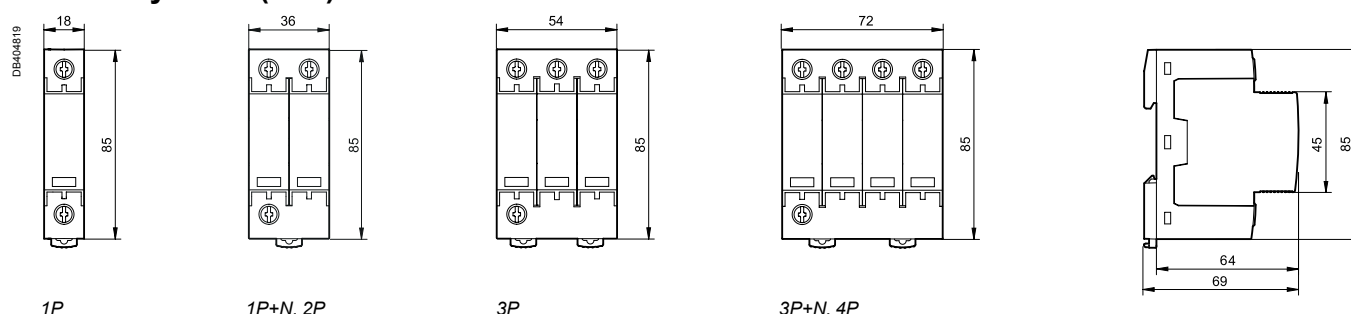
Další vlastnosti		
Krytí (IEC 60529)	Zařízení	IP20 z čela
	Zařízení v mod. rozváděči	IP40
Provozní teplota		-25°C až +60°C
Rozsah vlhkosti		5 % až 95 %
Typ přípojovacích svorek		Zdílkové svorky, 2,5 až 35 mm ²
Normy		IEC 61643-11: 2011 [T2], [T3] a EN 61643-11: 2012 Typ 2, Typ 3

Koordinace svodiče přepětí s jističi	
Typ přepět'ové ochrany	Vhodný jistič (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

Hmotnost (g)

Svodič přepětí	
Typ	iPRD
1P	115
1P+N, 2P	220
3P	340
3P+N, 4P	450

Rozměry iPRD (mm)



Svodiče přepětí iPRD

PB110281-80

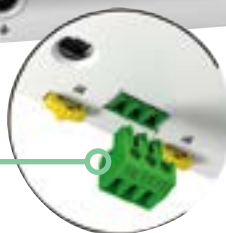


Svorky
■ IP20

Indikace správné funkce

- Mechanický indikátor
- bílá: v provozu
- červená: vložku je třeba vyměnit

■ Signalizační kontakt



Zapojení svodiče přepětí s jističem

TT / TN-S

Napájení shora
Zapojení pomocí kabelů

PB110289-50

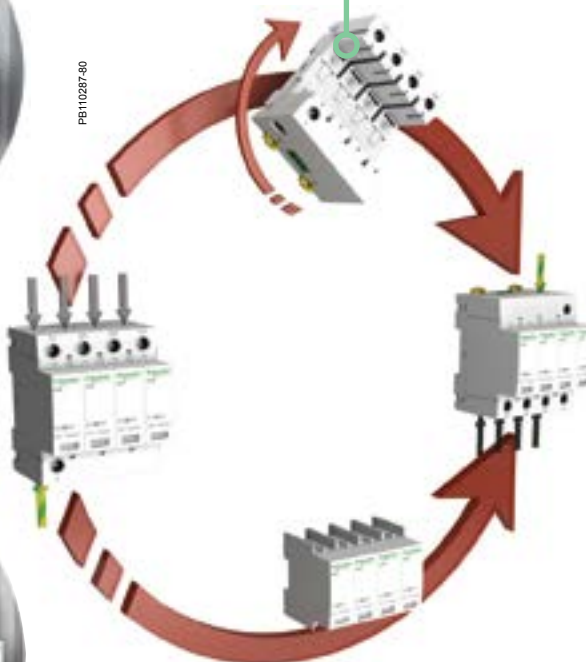


Svodič přepětí iPRD 3P+N + iC60N 3P+N

Možnost obrácení

- Základnu svodiče přepětí je možné otočit, aby bylo možné vést fázové/nulové/uzemňovací vodiče z horní nebo ze spodní strany

PB110287-50



TT / TN-S

Napájení ze spodní strany
Zapojení přes hřebenovou lištu

PB110783-50



Svodič přepětí iPRD 3P+N + iC60N 3P+N

TNC-S s nulovým vodičem

Napájení z horní strany
Zapojení přes hřebenovou lištu

PB1107290-50



Svodič přepětí iPRD 4P + iC60N 4P

TNC-S s nulovým vodičem

Napájení ze spodní strany
Zapojení přes hřebenovou lištu

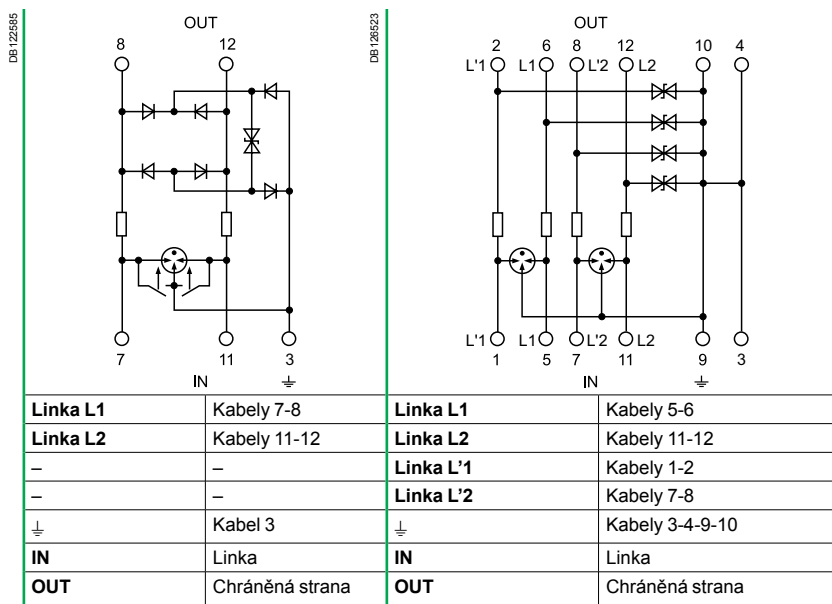
PB110794-50



Svodič přepětí iPRD 4P + iC60N 4P

Ochrana analogových telefonních linek: Přepětové ochrany iPRC sériově zapojené k soukromým instalačním vstupům zajišťují ochranu telefonů, telefonních ústředěn, modemů (včetně ADSL) atd.

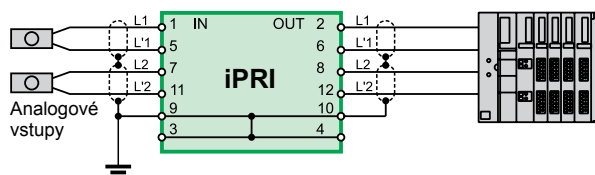
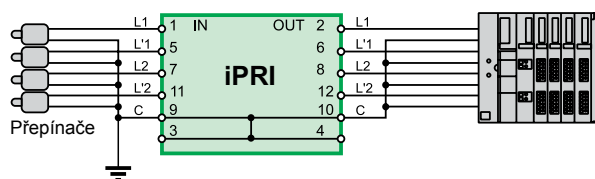
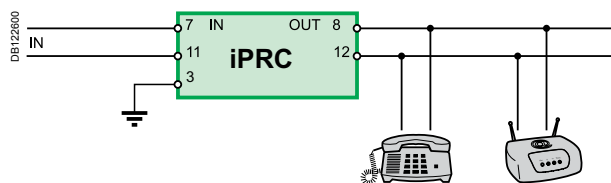
Ochrana 2 nízkonapětových linek bez společného potenciálu nebo 4 linek se společným referenčním potenciálem: iPRI zajišťuje ochranu měřicích přístrojů, „senzorových“ vstupů PLC, vstupů DC napájení až do 53 V a AC napájení až do 37 V. Vstupní proud nesmí překročit 300 mA.

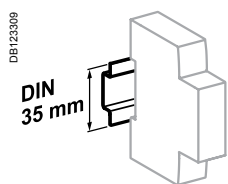


Typová označení

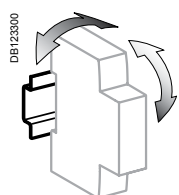
Přepětová ochrana	iPRC	iPRI
Síťové napětí (Un)	<130 V AC	48 V DC
Analogový telefonní systém	■	–
Telefonní vysílač	■	–
Digitální telefonní systém	–	■
Automatizační síť	–	■
Napájení malým napětím VLV (12...48 V)	–	■
Kompatibilita xDSL	■	–
Typové označení	A9L16337	A9L16339
Šířka v 18mm modulech	1	1

Schémata

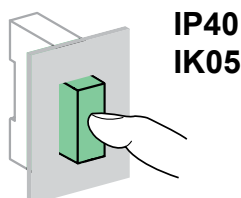
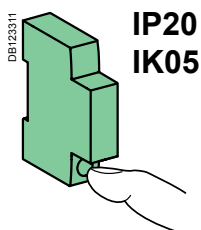




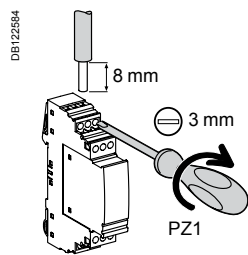
Zacvaknutí na lištu DIN 35 mm.



$\pm 30^\circ$ svisle.



Zapojení



Utahovací moment	Měděné kabely	
	Plně	Slaněné nebo s kabelovou koncovkou
0,8 N.m	0,2 až 4 mm ²	0,2 až 2,5 mm ²

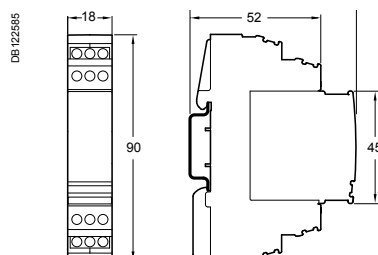
Technické údaje

Hlavní vlastnosti			
	iPRC	iPRI	
Počet chráněných linek	2	2	
Zkušební kategorie	IEC/VDE	C1, C2, C3, D1, B2	
Maximální trvalé napětí (Uc)	180 V DC, 130 V AC	53 V DC, 37 V AC	
Ochranná hladina (Up)	300 V	70 V	
Jmen. výbojový proud (8/20) (In)	10 kA	10 kA	
Max. výbojový proud (8/20) (Imax)	18 kA	10 kA	
Doba odezvy	< 500 ns	≤ 1 ns	
Jmenovitý impulzní proud	100 A	70 A	
Jmenovitý proud (I _N)	450 mA (až do 45 °C)	300 mA (až do 45 °C)	
Sériový odpor	2,2 Ω	4,7 Ω	
Indikace konce životnosti	Ztráta vytáčecího tónu	Výpadek přenosu	
Další vlastnosti			
Stupeň krytí	Pouze přístroj	IP20	IP20
	Přístroj v rozváděči	IP40	IP40
	IK	05	05
Provozní teplota	-25 °C až +60 °C	-25 °C až +60 °C	
Teplota skladování	-40 °C až +85 °C	-40 °C až +85 °C	

Hmotnost (g)

Přepět'ové ochrany		
Typ	iPRC	iPRI
	25	65

Rozměry (mm)



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



iPRD 40r 800PV

Přepětěvé ochrany iPRD-DC pro stejnosměrný proud jsou určeny k ochraně proti přepětí způsobenému blesky: a to „stejnoseměrných“ vstupů měničů a fotovoltaických panelů.

Přepětěvé ochrany by měly být nainstalovány v rozváděči uvnitř budovy. Pokud jsou ve venkovním rozváděči, měl by být tento chráněn proti působení povětrnostních podmínek.

Vyjímatelné přepětěvé ochrany iPRD-DC umožňují rychlou výměnu poškozených vložek.

Také umožňují vzdálenou komunikaci signálu „je třeba vyměnit vložku“.

Typová označení

Vnitřní schéma	I_{max} (kA) Max. výbojový proud	Jmenovitý výbojový proud	U_p (kV) Ochranná napěťová úroveň L+/-, L-/-, L+/L-	U_{CPV} (V) ⁽¹⁾ Maximální trvalé pracovní napětí L+/-, L-/-, L+/L-	Šířka v 18mm modulech	Kat. č.
	40	15	3	800	3	A9L40271
	40	15	3,9	1000	3	A9L40281

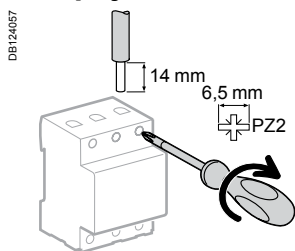
(1) $U_{cpv} \geq 1,2 \times U_{oc\ stc}$ ($U_{oc\ stc}$: maximální klidové napětí fotovoltaického generátoru „údaje výrobce fotovoltaického panelu“)



Náhradní vložky

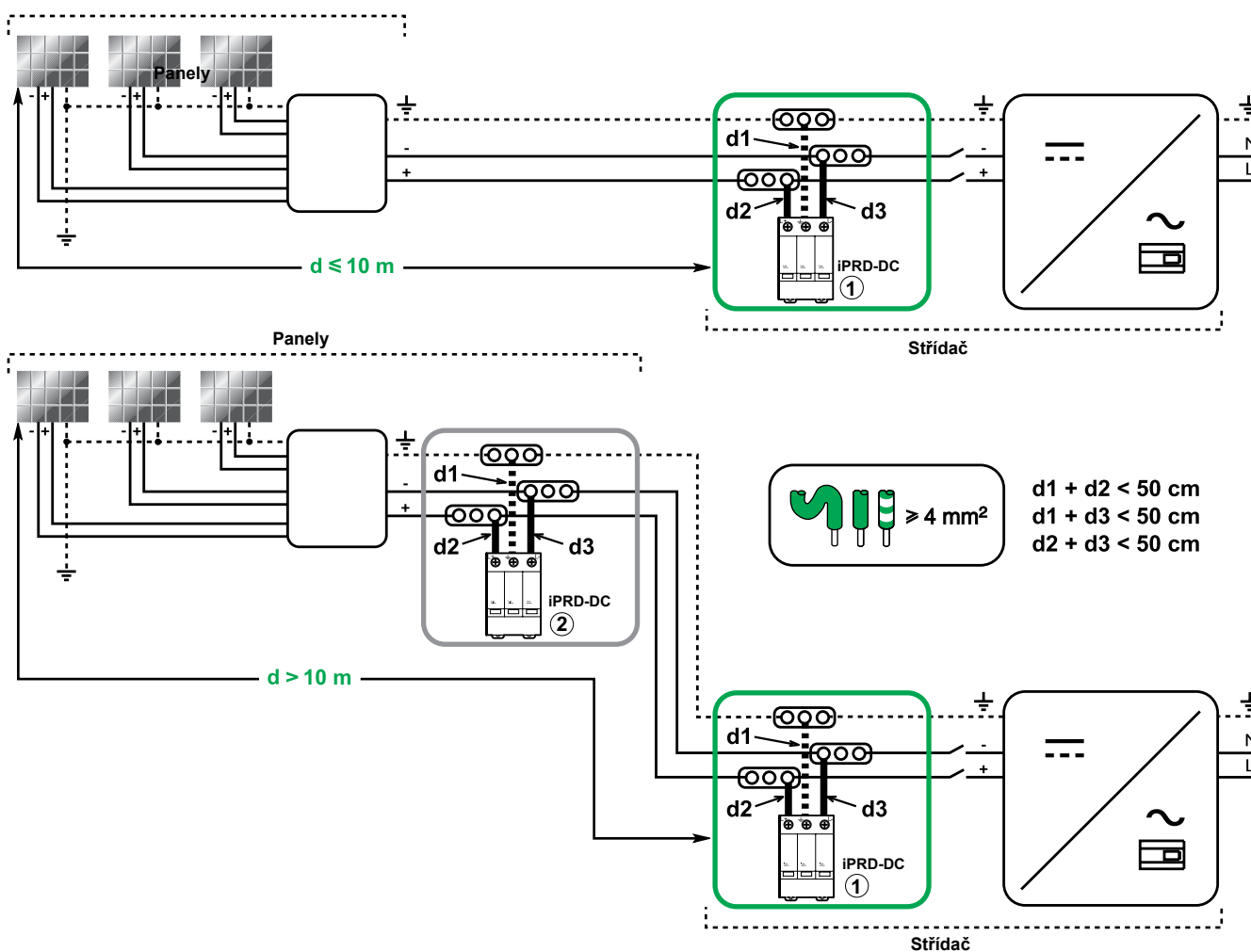
Náhradní vložky		
Typ	Náhradní vložky pro	Kat. č.
C 40-800PV	iPRD 40r 800PV	A9L40172
C 40-1000PV	iPRD 40r 1000PV	A9L40182

Připojení

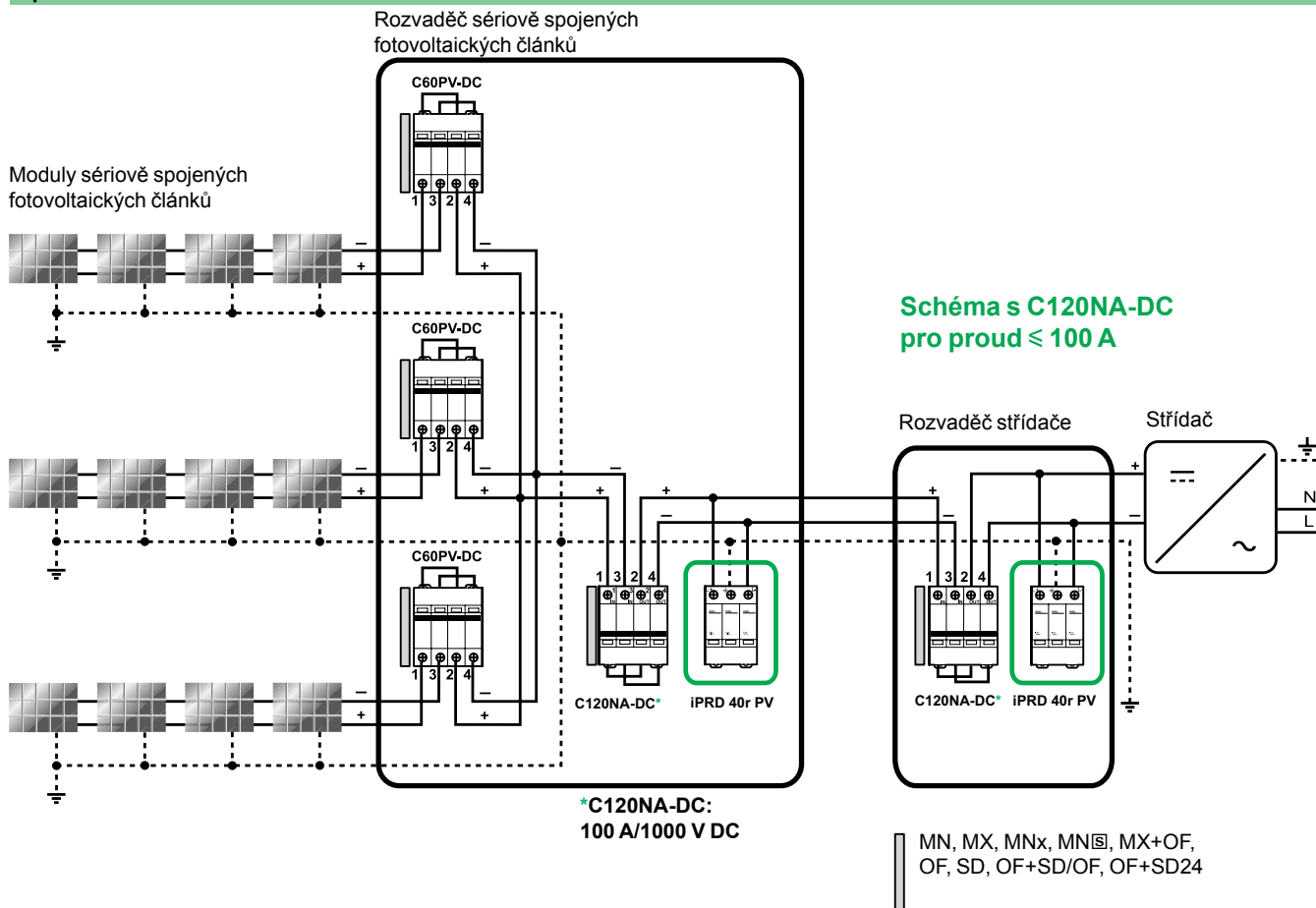


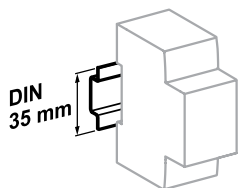
Typ	Utahovací moment	Měděné kabely	
		Pevné	Slaněné a s kabelovou koncovkou
iPRD PV-DC	3,5 N.m	2,5 až 25 mm ²	2,5 až 16 mm ²

Podle vzdálenosti mezi instalací panelu a střídače je potřeba pamatovat na osazení dvou či více svodičů přepětí, které zajistí ochranu každé z těchto dvou částí.

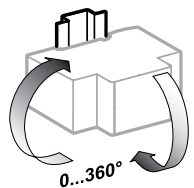


Aplikační schéma

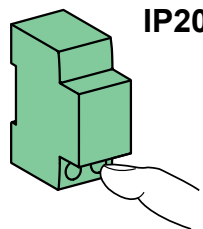




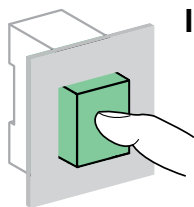
Nacvaknutí na DIN lištu 35 mm.



Libovolná poloha



IP20



IP40

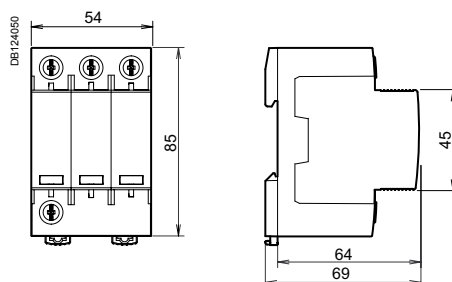
Technické údaje

Hlavní vlastnosti		
Typ sítě		Izolovaná stejnosměrná síť
Maximální trvalé pracovní napětí (U_{CPV})	iPRD 40r 800PV	800 V
	iPRD 40r 1000PV	1000 V
Doba odezvy		< 25 ns
Trvalý pracovní proud (I_c)		< 1 mA
Zkratový proud (I_{SCP})		200 A
Typ svodičů přepětí		Typ 2
Zbytkový zemní proud	I_{PE} (AC)	600 μ A
	I_{PE} (DC)	60 μ A
Režim signalizace konce životnosti		Obvod rozpojen zabudovaným tepelným odpojovačem
Další vlastnosti		
Stupeň ochrany krytem (IEC 60529)	Samotný přístroj	IP20
	V rozvaděči	IP40
	Nárazy	IK03
Indikace konce životnosti	Podle vložek	Bílý Provoznoschopný
		Červený Je nutno vyměnit vložku
	Podle signalizačního kontaktu (Zap/Vyp) 250 V AC / 0,25 A	
Provozní teplota		-25 °C až +60 °C
Teplota skladování		-40 °C až +85 °C
Rozsah vlhkosti		5 % až 95 %
Normy		UTE C 61740-51 T2 EN 50539-11: 2013 T2

Hmotnost (g)

Svodiče přepětí	
Typ	
iPRD 40r 800PV	400
iPRD 40r 1000PV	400

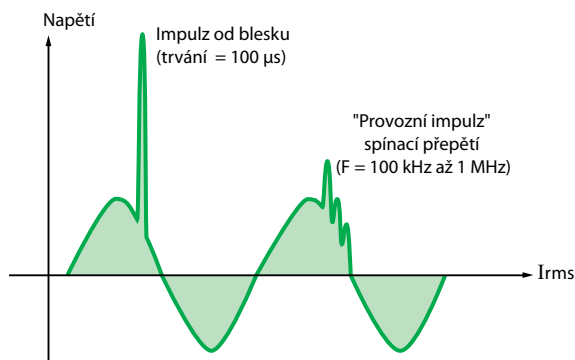
Rozměry (mm)



1.1 Definice přepětí

Různé typy přepětí

Přepětí je napěťový impulz nebo vlna, která zvyšuje jmenovité napětí sítě (viz **Obr. 1**).

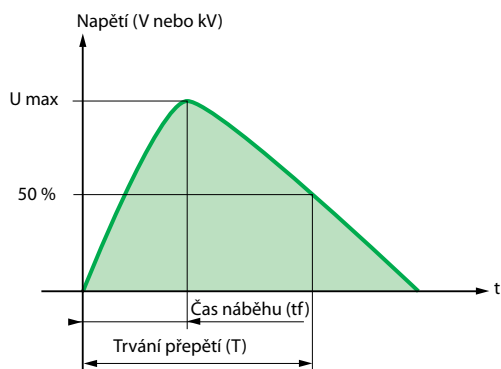


Obr. 1: Příklady přepětí

Tento druh přepětí je charakterizován (viz **Obr. 2**):

- dobou náběhu t_f (v μs);
- vzestupem (gradientem) S (v $\text{kV}/\mu\text{s}$).

Přepětí ruší zařízení a vytváří elektromagnetické záření. Mimo jiné, doba trvání přepětí (T) vytváří v elektrických obvodech výkonové špičky, které mohou zařízení zničit.



Obr. 2: Hlavní charakteristiky přepětí

Elektrickou instalaci a zatížení mohou narušovat čtyři typy přepětí:

- Přepětí vznikající při spínání:
vysokofrekvenční přepětí nebo nárazové rušení (viz **Obr. 1**) v důsledku změn ustálených stavů v elektrické síti (při spínání vypínačů, jističů atd.).
- Výkonové přepětí:
přepětí stejné frekvence jako je síťová (50, 60 nebo 400 Hz) způsobené trvalými změnami stavu sítě (v důsledku poruch: porucha izolace, přerušování nulového vodiče apod.).
- Přepětí způsobené elektrostatickým výbojem:
velmi krátké přepětí (jednotky nanosekund) s velmi vysokou frekvencí způsobená vybitím nahromaděné statické elektřiny (například: osoba procházející po koberci s izolovanými podrážkami je nabitá na několik kilovoltů).
- Přepětí způsobené atmosférickými vlivy.

1.2 Vlastnosti přepětí způsobeného atmosférickými vlivy

Údery blesku v číslech:

Blesk produkuje extrémně vysoké množství pulzní elektrické energie (viz Obr. 4)

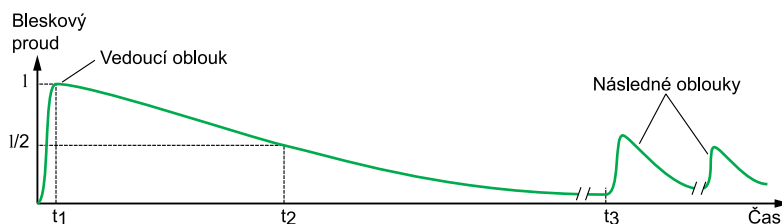
- několik tisíc ampérů (a několik tisíc voltů),
- s vysokou frekvencí (kolem 1 MHz),
- a krátkým trváním (od několika mikrosekund po milisekundy).

Všude na světě neustále probíhá přibližně 2000 až 5000 bouří. Tyto bouře jsou provázány blesky, což představuje značné riziko pro osoby a zařízení. Blesky zasáhnou zemi v průměru 30 až 100 údery za sekundu, tedy se jedná o 3 miliardy zásahů ročně.

Tabulka na Obr. 3 ukazuje charakteristické hodnoty blesku. Jak můžeme vidět, 50 % blesků překročí hodnotu proudu 33 kA a 5 % dosáhne proudu až 65 kA. Energie nahromaděná blesky je tedy velmi vysoká.

Pravděpodobnost kumulace (%)	Špičkový proud (kA)	Gradient (kA/μs)
95	7	9,1
50	33	24
5	65	65
1	140	95
0	270	

Obr. 3: Hodnota výboje blesku dle normy IEC 62305



Obr. 4: Příklad bleskového proudu

Blesk také způsobuje velký počet požárů, zejména v zemědělských oblastech (ničení domů nebo vznik značných škod). Výškové budovy jsou zvláště citlivé vůči blesku.

1.3 Dopad na elektrickou instalaci

Blesk poškozuje elektrické a elektronické systémy, a to zejména: transformátory, elektroměry a elektrické spotřebiče v domácnostech a v průmyslu.

Náklady na nápravu škody způsobenou bleskem jsou velmi vysoké. Ještě náročnější je odhadnout dopad na:

- rušení s vlivem na počítače a telekomunikační sítě;
- poruchy vznikající v programech programovatelných logických ovladačů v provozu a řídicích systémech.

Konečné ztráty způsobené výpadky provozu mohou vyšplhat mnohem výše než byla hodnota samotného zničeného zařízení.

Blesk je vysokofrekvenční elektrický jev, který způsobuje přepětí na všech vodivých předmětech, zejména elektrických kabelech a zařízeních.

1.3.1. Účinky blesku

Blesk může ovlivnit elektrické (a/nebo elektronické) systémy v budovách dvěma způsoby:

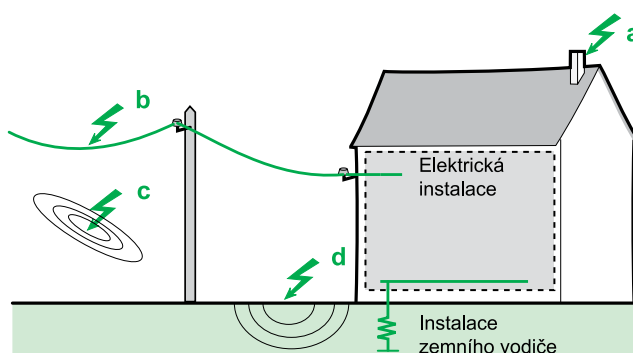
- přímým zásahem blesku do budovy (viz **Obr. 5 a**);

- nepřímým zásahem blesku:

Blesk může udeřit do nadzemního vedení napájecího budovu (viz **Obr. 5b**). Nadměrný proud a přepětí se mohou šířit ještě pár kilometrů od dopadu.

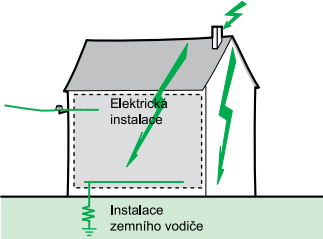
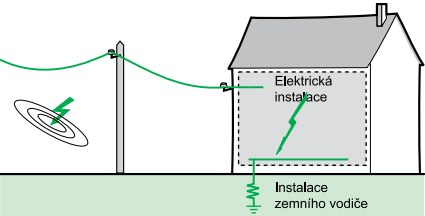
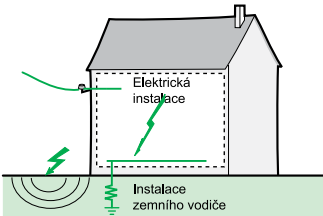
- Blesk může udeřit do blízkosti elektrického vedení (viz **Obr. 5c**). Následné elektromagnetické záření v elektrické síti vytvoří vysoký proud a přepětí. V posledních dvou případech jsou nebezpečný proud a napětí přenášeny prostřednictvím elektrické sítě.

- Blesk může udeřit do okolí budovy (viz **Obr. 5d**). Zemní potenciál kolem bodu dopadu nebezpečně vzroste.



Obr. 5: Různé typy dopadu blesku.

Ve všech případech mohou být důsledky pro elektrickou instalaci a zařízení katastrofální.

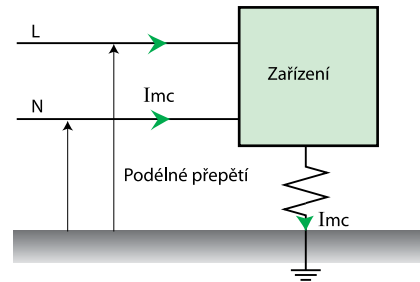
Úder blesku do nechráněné budovy.	Úder blesku v blízkosti nadzemního vedení.	Úder blesku v blízkosti budovy.
		
<p>Bleskový proud teče do země přes více či méně vodivé části budov s vysoce destruktivními účinky:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ tepelné účinky: velmi silné přehřátí materiálu může způsobit požár, ■ mechanický dopad: deformace konstrukcí, ■ tepelné přeskoky: mimořádně nebezpečný jev v přítomnosti hořlavých nebo výbušných materiálů (uhlovodíky, prach, atd.). 	<p>Bleskový proud vygeneruje v distribučních systémech přepětí prostřednictvím elektromagnetické indukce. Toto přepětí se šíří podél vedení do elektrických zařízení uvnitř budov.</p>	<p>Bleskový proud generuje stejné typy přepětí, jak bylo popsáno výše. Kromě toho se bleskový proud vrací zpátky ze země do elektrické instalace, a následně způsobuje poškození zařízení.</p>
<p>Budova a instalace uvnitř jsou obvykle zcela zničeny</p>	<p>Elektrická instalace v budově je obvykle zcela zničena.</p>	

Obr. 6: Následky dopadu blesku

1.3.2 Různé režimy šíření

■ Podélné přepětí

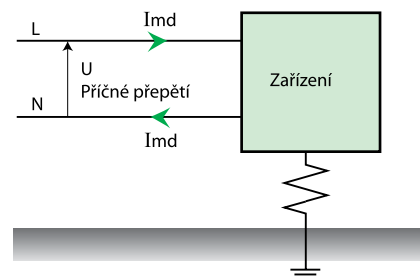
K podélnému přepětí může dojít mezi pracovními vodiči a zemí: fáze - země nebo nulovým vodičem - zemí (viz **Obr. 7**). Nebezpečné jsou hlavně pro zařízení, která jsou připojena kostrou k zemi (uzemněna) kvůli riziku porušení izolace.



Obr. 7: CM - podélné přepětí

■ Příčné přepětí

Příčné přepětí se objevuje mezi pracovními vodiči: fáze - fáze nebo fáze - nulový vodič (viz **Obr. 8**). Je zvláště nebezpečné pro elektronická zařízení s citlivým hardwarem, například pro počítače apod.

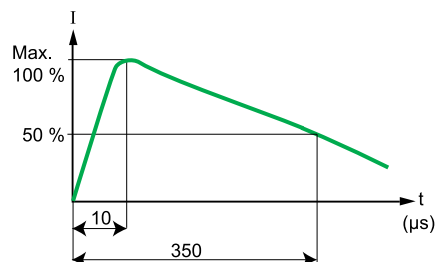


Obr. 8: DM - příčné přepětí

1.4 Charakteristika bleskové vlny

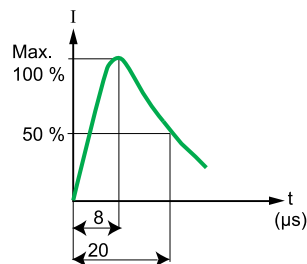
Pomocí analýzy jevů můžeme definovat typy bleskového proudu a napěťové vlny.

- Norma IEC definuje dva typy proudových vln:
- vlnu 10/350 μs : definuje průběh proudu z přímého úderu blesku (viz **Obr. 9**);



Obr. 9: proudová vlna 10/350 μs

- vlnu 8/20 μs : charakterizuje průběh proudu z nepřímého úderu blesku (viz **Obr. 10**);

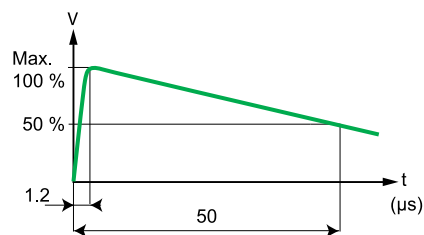


Obr. 10: proudová vlna 8/20 μs

Tyto dva typy průběhů bleskových proudů slouží k definování testů pro SPD (svodiče přepětí) (norma IEC 61643-11) a odolnost zařízení vůči bleskovým proudům. Nejvyšší hodnota proudové vlny charakterizuje intenzitu blesku.

- **Přepětí**, které vzniká v důsledku blesku, je definováno napěťovou vlnkou 1,2/50 μs (viz **Obr. 11**).

Tento typ vlny se používá k ověření odolnosti zařízení proti atmosférickému přepětí (Impulzní napětí dle IEC 61000-4-5).



Obr. 11: napěťová vlna 1,2/50 μs

2.1. Obecné zásady

Systém ochrany budovy před účinky přepětí musí obsahovat:

- ochranu budovy před přímým zásahem blesku;
- ochranu elektrické instalace před přímými a nepřímými údery blesku.

Preventivní opatření k vyloučení rizika při úderu blesku

Základním principem pro ochranu zařízení proti riziku úderu blesku je zabránit, aby nebezpečná energie zasáhla citlivá zařízení. K dosažení tohoto cíle je nezbytné:

- zachytit bleskový proud a odvést jej do země nejvodivější cestou (a vyhnout se blízkosti citlivých zařízení);
- zajistit ekvipotenciální propojení instalace; Ekvipotenciální propojení se realizuje za použití vodičů pospojování doplněných o svodiče přepětí (SPD) nebo jiskřičky (např. tyčová jiskřička).
- minimalizovat indukci a nepřímé dopady pomocí instalace svodičů přepětí a/nebo filtrů.

K vyloučení nebo omezení přepětí se používají dva systémy ochrany: jsou známé jako systém ochrany budov (zvnějšku budov) a systém ochrany elektrické instalace (uvnitř budovy).

2.2 Systém ochrany budovy

Úkolem systému ochrany budovy je chránit proti přímému úderu blesku.

Systém tvoří:

- záchytný systém: systém ochrany před bleskem;
- svod/svodové vedení, určené k tomu, aby odvedlo bleskový proud do země;
- uzemňovač: vzájemně propojené uzemnění;
- propojení mezi všemi kovovými částmi (ekvipotenciální propojení) a vedením.

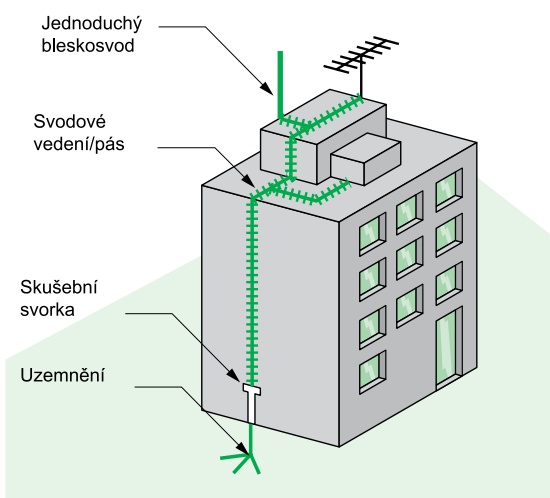
Když se při průtoku bleskového proudu přes vodiče objeví rozdíly mezi vodičem a konstrukcí, která je spojena se zemí, může to způsobit ničivé přeskoky.

2.2.1 Tři typy záchytných systémů

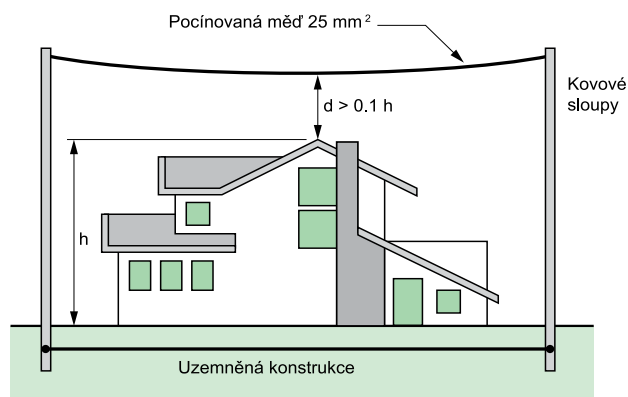
Obvykle se používají tři typy záchytných systémů:

■ Tyčový

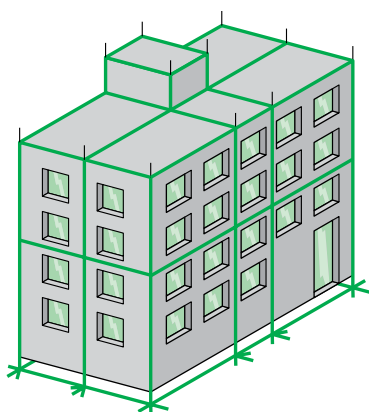
Hromosvod - jímač - tvoří kovová záchytná tyč umístěná v horní části budovy. Je uzemněna jedním nebo více vodiči (často měděnými pruhy) (viz **Obr. 12**).



Obr. 12: Hromosvod (jednoduchá záchytná tyč)



Obr. 13: Napnuté vodiče



Obr. 14: Hustá klec (Faradayova klec)

■ Oddělená soustava s napnutým vodičem

Tyto vodiče jsou natažené nad chráněnými budovami. Jsou určeny k ochraně zvláštních prostor: raketových základů, vojenských zařízení a k ochraně nadzemního vedení vysokého napětí (viz Obr. 13).

■ Hromosvod se systémem klece (Faradayova klec)

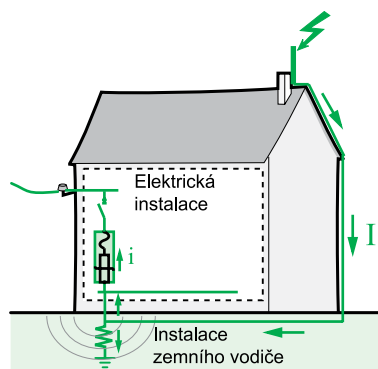
Tato metoda spočívá v jistém počtu svodového vedení/pásů, které jsou symetricky rozmístěny po celé budově. (viz Obr. 14).

Tento typ sběrného systému se používá u vysoce exponovaných staveb s velmi citlivými instalacemi, např. u místností se servery, atd.

2.2.2 Důsledky ochrany budov na zařízení elektrické instalace

Polovina bleskových proudů svedených bezpečnostním systémem budovy se vrací zpátky po systému uzemnění do elektrické instalace (viz Obr. 15): zvýšení potenciálu systému velmi často přesahuje izolační pevnost vodičů jednotlivých instalací (NN, telekomunikace, video kabely, atd.). Proud protékající svodovým systémem navíc vyvolává přepětí v elektrické instalaci.

Systém ochrany budovy před bleskem nechrání samotnou elektroinstalaci: proto je důležité zajistit bezpečnost elektrické instalace zvlášť.



Obr. 15: Zpětný proud přímého zásahu

2.3 Systém ochrany elektrické instalace

Hlavním cílem systému ochrany elektrické instalace je omezení přepětí na hodnoty, které jsou pro zařízení přijatelné.

Systém ochrany elektrické instalace se skládá z:

- jednoho nebo více SPD v závislosti na konfiguraci budovy;
- pospojování všech vodivých částí budovy a instalace na stejný potenciál.

2.3.1. Realizace

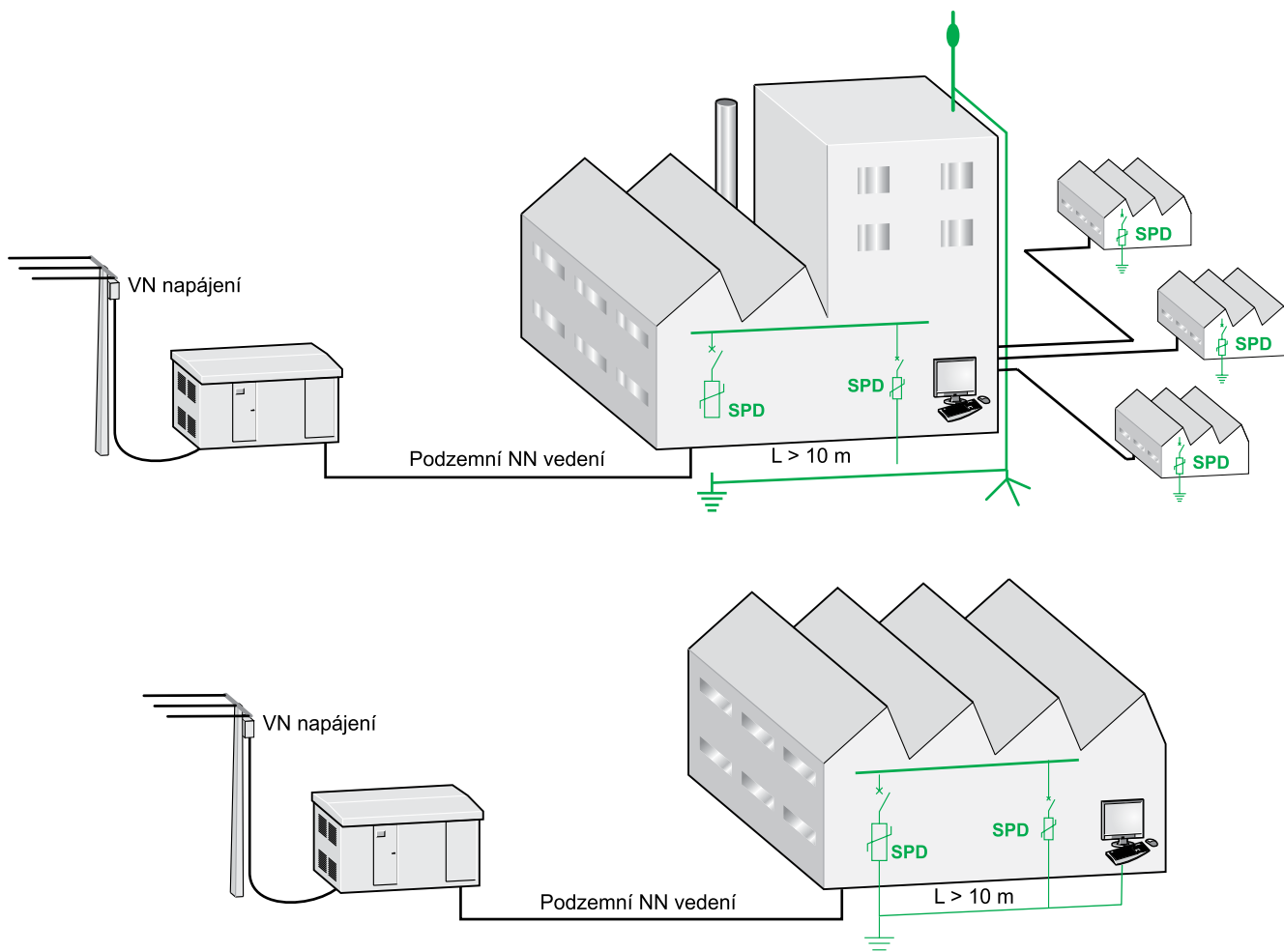
Postup pro ochranu elektrických a elektronických systémů je následující:

Vyhledání informací

- Identifikace veškerých citlivých spotřebičů a zařízení a jejich umístění v budově.
- Identifikace elektrických a elektronických systémů a umístění jejich napájecích vedení.
- Ověření přítomnosti systému ochrany před bleskem (hromosvodu) v budově nebo v její blízkosti.
- Seznámení se s právními předpisy ohledně umístění a charakteru stavby.
- Odhad rizika škod způsobených bleskem v závislosti na geografické poloze, typu napájení, hustotě blesků, atd.

Implementace řešení

- Instalace uzemnění na zemnicí mříž.
- Instalace SPD ve vstupním rozvaděči NN.
- Instalace přídatného SPD v každém distribučním rozvaděči umístěném v blízkosti citlivých zařízení (viz **Obr. 16**).



Obr. 16: Příklad ochrany elektrické instalace velké rozlohy

Svodič přepětí - tzv. „Surge Protection Devices“ (SPD) se používá pro rozvodné, telefonní, komunikační, datové sítě a komunikační sítě automatizace.

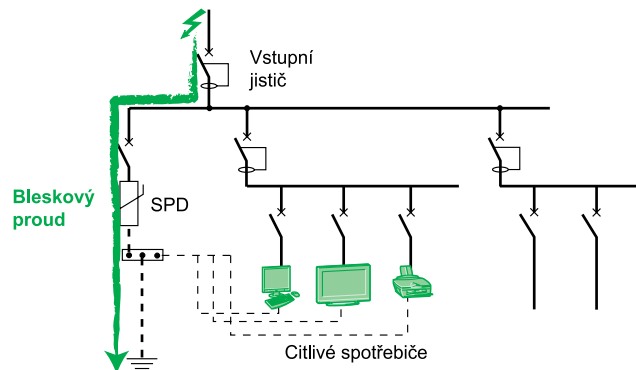
Paralelně připojené SPD mají vysokou impedanci. V přítomnosti přepětí v systému se jejich impedance sníží a bleskový proud je veden přes SPD mimo citlivá zařízení.

2.4 Svodič přepětí (SPD)

Svodič přepětí (SPD) je součástí ochranného systému elektrické instalace. Toto zařízení je paralelně připojeno k obvodu napájení zátěže, kterou má chránit (viz Obr. 17).

Lze je použít na veškerých úrovních napájecí sítě.

Je to nejčastěji používaný a neúčinnější způsob ochrany proti přepětí.



Obr. 17: Princip paralelního systému ochrany

Princip

SPD jsou určeny k omezení přepětí atmosférického původu a ke svedení proudové vlny do země, čímž se omezí amplituda tohoto přepětí na hodnotu, která není nebezpečná pro elektrickou instalaci a elektrické rozvaděče.

SPD eliminuje přepětí:

- podélné přepětí - mezi fází a zemí nebo mezi pracovní nulou a zemí;
- příčné napětí - mezi fází a pracovní nulou.

V případě přepětí přesahující nastavenou hodnotu SPD

- vede energii do země v režimu podélného přepětí;
- distribuuje energii do zbývajících vodičů v režimu příčného přepětí.

Tři typy svodičů přepětí:

■ Svodič typu 1

Svodič typu 1 je doporučen pro specifické průmyslové provozy a budovy chráněné hromosvodem.

Chrání elektrickou instalaci proti přímému zásahu blesku. Je schopen eliminovat zpětný proud z blesku šířící se ze zemnicího vodiče do sítě.

Svodič typu 1 je charakterizován proudovou vlnou 10/350 μ s.

■ Svodič typu 2

Svodič typu 2 je hlavní bezpečnostní prvek systému pro veškeré elektrické instalace nízkého napětí. Instalace do všech elektrických rozvodů je prevencí šíření přepětí do elektrické instalace a chrání spotřebiče.

Svodič typu 2 je charakterizován proudovou vlnou 8/20 μ s.

■ Svodič typu 3

Tyto typy svodičů mají nízkou výbojovou schopnost.

■ Definice svodičů podle normy

	Přímý úder blesku	Nepřímý úder blesku	
IEC 61643-1	Test třídy I	Test třídy II	Test třídy III
IEC 61643-11/2011	Typ 1: T1	Typ 2: T2	Typ 3: T3
EN/IEC 61643-11	Typ 1	Typ 2	Typ 3
Bývalá VDE 0675v	B	C	D
Typ testovací vlny	10/350	8/20	1,2/50 + 8/20

Pozn. 1: Ostatní typy svodičů **T1** + **T2** (nebo Typ 1 a 2) kombinující ochranu před přímým či nepřímým úderem blesku.

Pozn. 2: Některé svodiče **T2** lze také deklarovat jako **T3**.

Obr. 18: Standardní definice svodičů přepětí

2.4.1 Charakteristiky svodičů přepětí (SPD)

Mezinárodní norma IEC 61643-11, verze 1.0 (3/2011) definuje charakteristiky a zkoušky svodičů zapojených v nízkonapěťové distribuční síti (viz Obr. 19).

■ Společné charakteristiky

□ U_c : Maximální trvalé pracovní napětí

Je to úroveň AC nebo DC napětí, při kterém dochází k aktivaci svodiče.

Tato hodnota je určena podle jmenovitého napětí a uzemňovacího systému sítě.

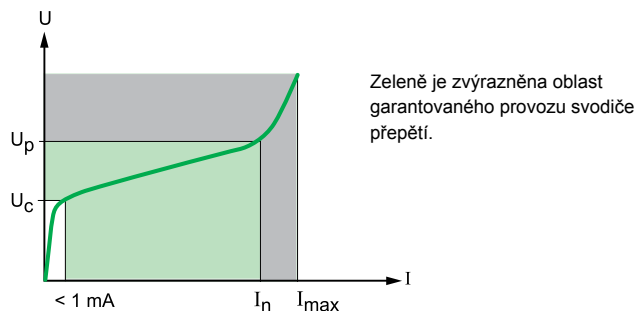
□ U_p : Ochranná napěťová úroveň (při I_n)

Toto je maximální napětí na svorkách svodiče, když je aktivní. Takového napětí se dosáhne, pokud se proud protékající svodičem rovná I_n . Ochrannou úroveň napětí je nutné zvolit tak, aby byla nižší než maximální impulzní napětí zařízení. V případě úderu blesku zůstává obvykle napětí na svorkách svodiče pod hodnotou U_p .

□ I_n : Jmenovitý impulzní proud

Proč je I_n důležité?

I_n odpovídá jmenovitému impulznímu proudu, kterému je svodič přepětí schopen odolávat nejméně 20krát. Čím má svodič vyšší hodnotu I_n , tím má vyšší životnost, proto doporučujeme zvolit svodiče s vyššími hodnotami I_n , než je stanovena minimální hodnota 5 kA.



Obr. 19: Charakteristika čas/proud svodiče přepětí s varistorem

To je maximální (špičková) hodnota proudu vlny 8/20 μ s, kterou je svodič přepětí schopen svést minimálně 20krát.

■ Svodič typu 1

□ I_{imp} : Impulzní proud

Maximální hodnota proudové vlny 10/350 μ s, kterou je svodič přepětí schopen svést 5krát.

□ I_{fi} : Schopnost zhašení následného proudu

Uvádí se pouze pro technologii jiskřičky.

Je to proud (50 Hz), který je svodič sám o sobě schopen přerušit po vzniklém oblouku. Hodnota tohoto proudu musí být vždy vyšší než očekávaný zkratový proud v místě instalace.

■ Svodič typu 2

□ I_{max} : Maximální výbojový proud

Maximální hodnota proudové vlny 8/20 μ s, kterou je svodič schopen jednou svést.

■ Svodič typu 3

□ U_{oc} : Napětí obvodu aplikované při typových zkouškách svodičů třídy III (Typ 3).

Proč je I_{imp} důležité?

Norma IEC 62305 požaduje maximální impulzní proud 25 kA pro pól v třífázovém systému. To znamená, že pro síť 3P+N musí být svodič přepětí schopen vydržet celkový impulzní proud 100 kA tekoucí od z bodu uzemnění do instalace.

Proč je I_{max} důležité?

Srovnání dvou svodičů se stejným I_n , ale rozdílným I_{max} : svodič s vyšším I_{max} má vyšší „bezpečnostní rezervu“ a snese vyšší bleskový proud bez poškození.

2.4.2 Hlavní aplikace

■ Svodiče nízkého napětí

Do této skupiny patří velmi široká skupina přístrojů, jak z technologického hlediska, tak z hlediska použití. Svodiče nízkého napětí jsou modulární se snadnou instalací do rozvaděčů NN.

Dále existují také svodiče s možností adaptace do zásuvek s malou výbojovou schopností.

■ Svodiče pro komunikační sítě

Tato zařízení chrání telefonní a datové sítě a komunikační automatizační sběrnice proti přepětí působícímu zvenčí (blesk) nebo ze spotřebičů (znečištění sítě, spínací cykly, atd.).

Tyto svodiče jsou instalovány také do konektorů RJ11, RJ45, ... nebo se integrují přímo do spotřebičů.

Při ochraně elektrické instalace v budově platí několik jednoduchých pravidel pro výběr:

- svodiče přepětí;
- jeho ochranného prvku.

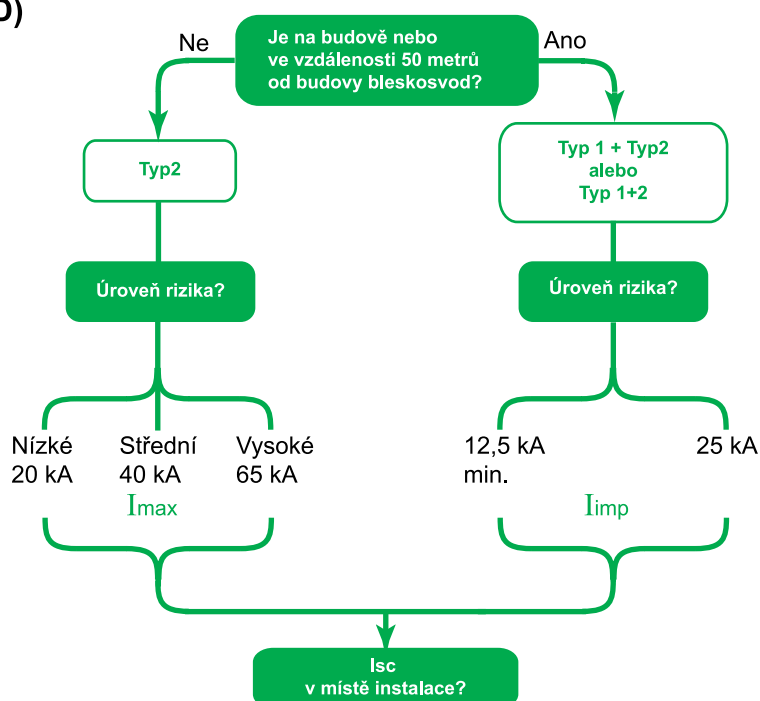
3.1 Zásady návrhu

Návrh ochrany proti přepětí v budově a výběr vhodných svodičů přepětí je založen na hlavních charakteristikách distribučního systému:

- Svodiče přepětí
 - počet svodičů;
 - typ;
 - úroveň rizika úderu blesku pro potřeby zadefinování maximálního výbojového proudu svodiče I_{max} .
- Zařízení k ochraně před zkratem
 - maximální výbojový proud I_{sc} ;
 - zkratový proud I_{sc} v místě instalace.

Logický diagram na Obr. 20 níže popisuje pravidla návrhu.

Svodič přepětí (SPD)



Obr. 20: Logický diagram pro správnou volbu ochrany

Další charakteristiky pro výběr svodiče jsou předdefinovány pro elektrickou instalaci.

- počet pólů svodiče;
- úroveň napěťové ochrany U_p ;
- provozní napětí U_c .

Ochrana před zkratem (SCPD)

Kapitola J3 podrobněji popisuje kritéria pro výběr systému ochrany v závislosti na charakteristikách instalace, chráněných zařízení a prostředí.

Svodič musí být nainstalován vždy na vstupu instalace.

3.2 Složky systému ochrany

3.2.1. Umístění a typ svodiče

Typ svodiče, který je nutné nainstalovat na vstupu instalace, závisí na tom, zda se již v budově nachází ochrana před přepětím. Pokud je v budově nainstalován systém ochrany před bleskem (hromosvod) dle IEC 62305, měl by být nainstalován typ 1.

Pro svodiče přepětí nainstalované na vstupu instalace stanovuje norma IEC 60364 minimální hodnoty dvou parametrů:

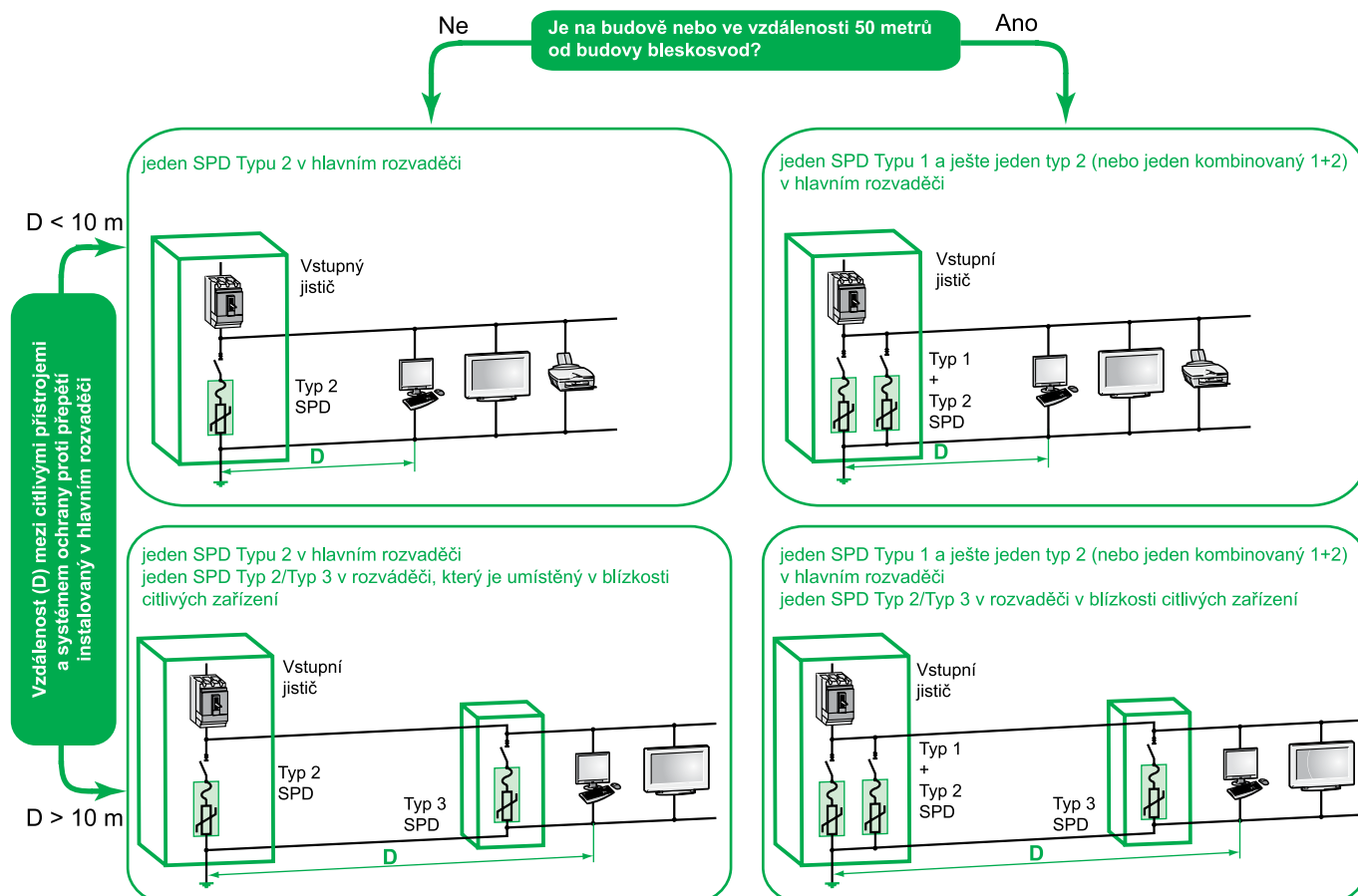
- Jmenovitý výbojový proud $I_n = 5 \text{ kA (8/20) } \mu\text{s}$;
- Ochranná úroveň napětí U_p (s hodnotou I_n) $< 2,5 \text{ kV}$.

Nutnost instalace dalších svodičů je dána: ■ velikostí prostor a náročností případné instalace uzemňovacích vodičů. Ve velkých budovách je nutné na vstup nainstalovat svodič typu 1 do každého podružného rozvaděče.

■ vzdáleností oddělující citlivé spotřebiče, které by měly být chráněny, od vstupního svodiče. Jsou-li spotřebiče ve vzdálenosti více než 30 metrů od vstupního svodiče, je nutné nainstalovat další, jemnější svodič, a to co nejbližší citlivých spotřebičů. Jev odrazené vlny se zvyšuje od 10 metrů (viz kapitola 6.5)

■ pravděpodobností úderu blesku. U prostor s vysokým rizikem úderu blesku není svodič typu 1 schopen zajistit svedení vysokého bleskového proudu a současně nízkou úroveň napětí. To znamená, že svodič typu 1 je obvykle doprovázen svodičem typu 2.

Tabulka na **Obr. J21** níže ukazuje množství a typ svodiče v závislosti na faktorech uvedených výše.

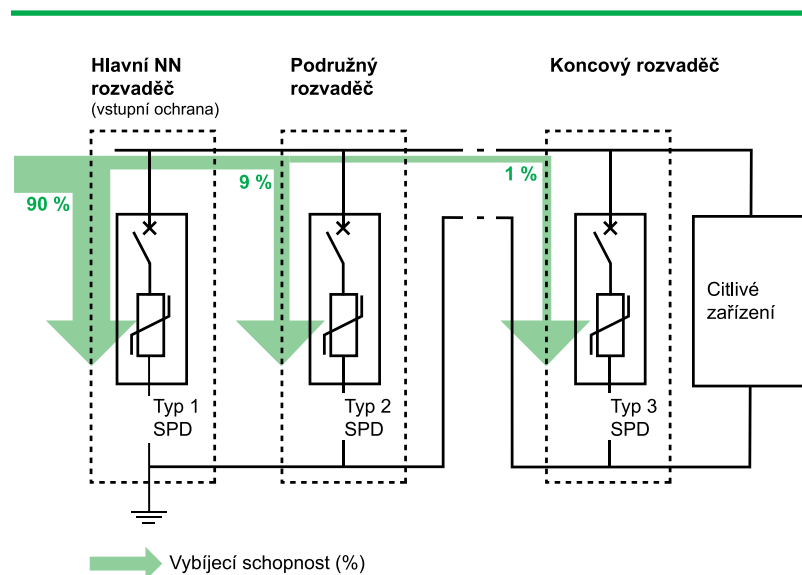


Obr. 21: Čtyři případy implementace svodičů. Poznámka: Svodič typu 1 je nainstalován v elektrickém rozvaděči a připojen k uzemňovací soustavě systému hromosvodu.

3.2.2 Úrovně distribuční ochrany

Několik úrovní ochrany svodičů umožňuje rozdělení energie mezi více svodičů, jak je znázorněno na **Obr. 22**, kde tři typy svodičů poskytují následující ochranu:

- Typ 1: je-li budova vybavena systémem hromosvodu, a tento svodič je nainstalován na vstupu instalace, absorbuje velmi velké množství energie;
- Typ 2: absorbuje zbytkové přepětí;
- Typ 3: poskytuje „jemnou“ ochranu v případě potřeby pro nejcitlivější zařízení, je umístěn v jejich těsné blízkosti.



Obr. 22: Architektura jemné ochrany *Poznámka: Svodiče typu 1 a 2 SPD lze sloučit do jednoho svodiče*

3.3 Společné charakteristiky svodičů v závislosti na vlastnostech instalace

3.3.1 Pracovní napětí U_c

V závislosti na použité uzemňovací soustavě musí být maximální provozní napětí U_c stejné nebo vyšší než hodnoty zobrazené v tabulce **Obr. 23**.

Svodič zapojený mezi	Uzemňovací systém distribuční soustavy				
	TT	TN-C	TN-S	IT s rozvedeným nulovým vodičem	IT bez rozvedeného nulového vodiče
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 napětí, V_o je sdružené napětí.

Pozn. 2 Tato tabulka je přílohou č. 1 normy IEC 61643-1.

Obr. 23: Stanovena minimální hodnota U_c pro svodič závisí na systému uzemnění (podle tab. 53C normy IEC 60364-5-53 53)

Nejčastěji volené hodnoty U_c podle použitého uzemňovacího systému.

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

IT: 440, 460 V

3.3.2 Ochranná napěťová hladina U_p (u In)

Sekce 443-4 normy IEC 60364, „Výběr zařízení v instalaci“, pomáhá ve výběru úrovně ochrany U_p svodiče v závislosti na zařízení, které má být chráněno.

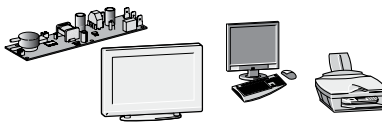

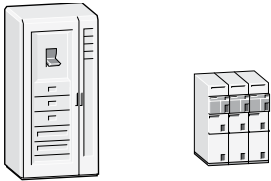
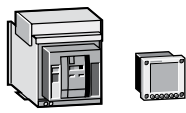
Tabulka **Obr. 24** popisuje jmenovité impulzní výdržné napětí různých zařízení.

Jmenovité napětí		Požadované impulzní výdržné napětí ⁽²⁾ kV instalace ⁽¹⁾ V			
Třífázové systémy ⁽²⁾	Jednofázové systémy s vyvedeným středem	Zařízení na začátku instalace	Zařízení distribučních a koncových obvodů	Spotřebiče	Zvláště chráněná zařízení
	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 dle individuálního posouzení			

(1) V souladu s IEC 60038.

(2) Toto impulzní výdržné napětí je mezi fázovým vodičem a PE vodičem

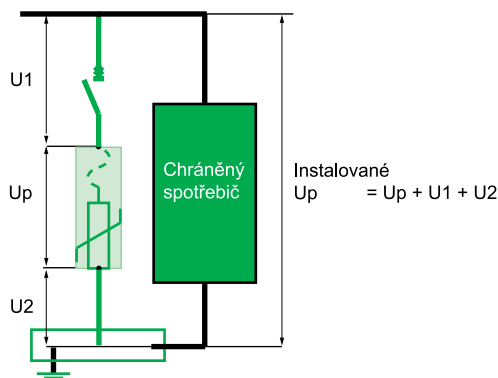
Obr. 24: Izolační kategorie přepětí instalace ve shodě s IEC 60364 (Tab. 44B).

	<p>■ Zařízení v impulzní výdržné kategorii I – zařízení, které je určeno k připojení k síti, v tomto případě jsou ochranné prostředky proti přepětí na stanovené úrovni mimo zařízení (buď v pevné instalaci, nebo mezi pevnou instalací a zařízením). Příklady: zařízení, která obsahují elektronické obvody, jako jsou počítače, televizory, tiskárny, atd.</p>
	<p>■ Zařízení v impulzní výdržné kategorii III – zařízení připojená pevným nebo pohyblivým přívodem. Příklady: velké domácí spotřebiče a bílé zboží.</p>
	<p>■ Zařízení v impulzní výdržné kategorii III – zařízení, která jsou součástí pevné instalace a rozvodní sítě. Příklady: rozvaděče, kabelové rozvody, skříně, zásuvky, motory.</p>
	<p>■ Zařízení v impulzní výdržné kategorii IV – zařízení, které je určeno pro použití na počátku elektroinstalace budov nebo v její blízkosti před hlavním rozvaděčem. Příklad: elektroměry, hlavní nadproudové jističí přístroje, jednotky hromadného dálkového ovládání (HDO).</p>

Obr. 25: Kategorie přepětí pro zařízení

Up nainstalovaného svodiče je nutné porovnat s Impulzní výdrží spotřebičů.

Úroveň napětí U_p svodiče je testována a definována nezávisle na instalaci, kde bude nainstalován. V praxi se při výběru svodiče bere v potaz bezpečnostní rezerva k U_p tak, aby byla instalace bezpečně chráněna přepětím (viz Obr. 26 a oddíl 4.1).



Obr. 26: „Nainstalované“ U_p

Hladina „nainstalované“ napěťové úrovně U_p je obvykle přizpůsobena citlivému zařízení v elektrické síti 230/400 V, zpravidla 2,5 kV (třída přepětí II, viz Obr. 27).

Poznámka:

Jestliže pomocí vstupního svodiče nelze dosáhnout stanovené úrovně napětí, nebo jsou-li chráněná zařízení vzdálená svodiči (viz bod 3.2.1), je k dosažení požadované úrovně napětí potřebné přidání dalšího koordinovaného svodiče.

3.3.3 Počet pólů

■ V závislosti na uzemňovací soustavě instalace je nutné aplikovat architekturu svodičů přepětí v režimu podélného (CM) nebo příčného přepětí (DM).

	TT	TN-C	TN-S	IT
L-N (DM)	Doporučené ¹	-	Doporučené	Neefektivní
L-PE, L-PEN (CM)	Ano	Ano	Ano	Ano
N-PE (CM)	Ano	-	Ano	Ano ²

¹Ochrana mezi fází a nulovým vodičem lze nainstalovat v podobě svodiče na vstupu instalace nebo uvnitř instalace poblíž chráněného zařízení

²Při distribuovaném nulovém vodiči

Obr. 27: Ochrana v závislosti na systému uzemnění instalace

Poznámka:

■ Režim podélného přepětí (CM)

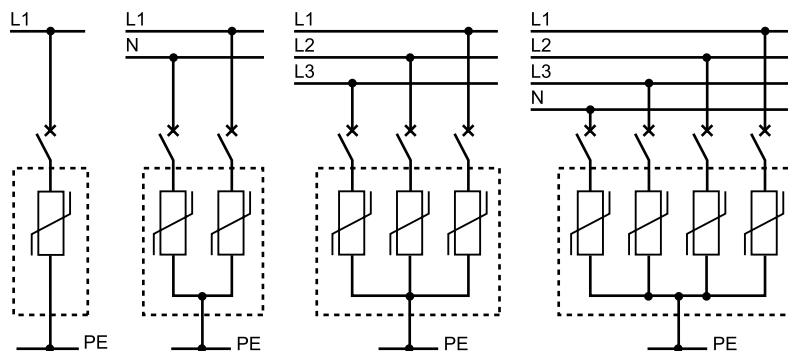
Základní způsob ochrany. Instalace svodiče v režimu podélného přepětí mezi fází a zemí PE (nebo PEN vodičem), bez ohledu na použitý systém uzemnění.

■ Režim příčného přepětí (DM)

V systémech TT a TN-S způsobuje uzemnění neutrálu asymetrii v důsledku zemních impedancí režimu rozdílového napětí, ačkoli je napětí indukováno bleskem podélně.

Svodiče 2P, 3P, 4P (viz Obr. 28)

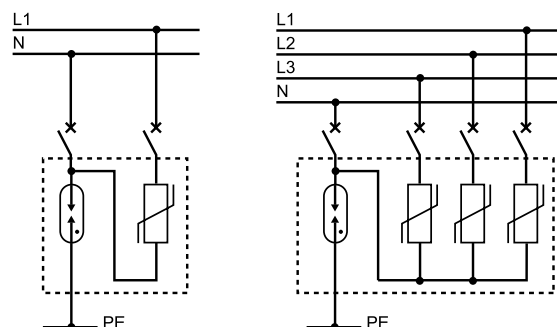
- Tyto svodiče jsou přizpůsobené systémům IT, TN-C, TN-C-S
- Poskytují ochranu pouze proti přepětí v podélném režimu



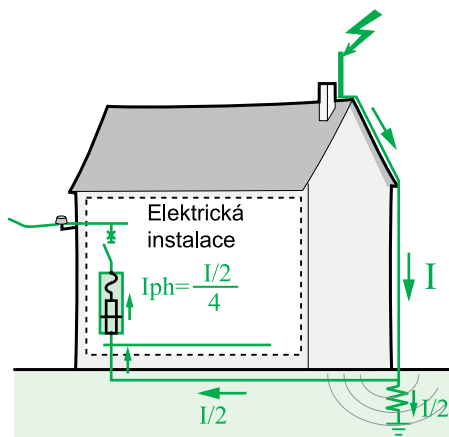
Obr. 28: Svodiče 1P, 2P, 3P, 4P

Svodiče 1P+N, 3P+N (viz Obr. 29)

- Tyto svodiče jsou přizpůsobené systémům TT a TN-S.
- Poskytují ochranu proti přepětí v podélném i příčném režimu.



Obr. 29: Svodiče 1P+N, 3P+N



Obr. 30: Základní příklad vyváženého rozložení proudu I_{imp} v třífázovém systému

3.4 Výběr svodiče typu 1

3.4.1 Impulzní proud limp

■ Impulzní proud limp by měl být alespoň 12,5 kA (vlna 10/350 μ s) pro jeden vodič v souladu s normou IEC 60364-5-534.

■ Normy:

Norma IEC 62305-2 definuje 4 úrovně Impulzního proudu: I, II, III a IV, viz tabulka Obr. 31, která uvádí různé úrovně limp podle normy.

Úroveň ochrany dle EN 62305-2	Vnější systém ochrany před bleskem pro svedení přímého zásahu blesku:	Minimální požadovaný limp pro svodič typu 1 - síť s neutrálem
I	200 kA	25 kA/pól
II	150 kA	18,75 kA/pól
III / IV	100 kA	12,5 kA/pól

Obr. 31: Tabulka limp v závislosti na úrovni ochrany budovy (dle IEC/EN 62305-2)

3.4.2 Samozhášivost následného proudu I_{fi}

Tyto vlastnosti platí pouze pro svodiče s technologií jiskřiště. Hodnota samozhášivosti následného proudu I_{fi} musí být vždy vyšší než odhadovaná hodnota zkratového proudu I_{sc} v místě instalace.

3.5 Výběr svodiče typu 2

3.5.1 Maximální výbojový proud I_{max}

Maximální výbojový proud I_{max} je definován podle odhadovaného rizika úderu blesku v místě polohy budovy.

Hodnota maximálního výbojového proudu (I_{max}) je určena podle analýzy rizik (viz tabulka Obr. 32).

	Zóna ochrany před bleskem		
	Nízká	Střední	Vysoká
Prostředí budovy	Budova se nachází v obydlených městských a příměstských oblastech	Budova se nachází na rovině	Budova, kde je přítomné jisté riziko: stožár, strom, hornaté oblasti, vodní plocha nebo rybník, atd.
Doporučená hodnota I_{max} (kA)	20	40	65

Obr. 32: Doporučený maximální vybíjecí proud v závislosti na zóně ochrany.

Ochranné přístroje (tepelná a zkratová ochrana) je nutné koordinovat s příslušnými svodiči, tj.:

■ zajištění kontinuity provozu:

- zdolání vln bleskového proudu;
- zamezit vytvoření vysokého zbytkového proudu.

■ zajistit účinnou ochranu proti všem typům nadměrného proudu:

- přetížení v důsledku tepelné reakce varistoru;
- zkrat nízké intenzity (impedanční);
- zkrat vysoké intenzity.

3.6 Výběr přístroje pro vnější ochranu před zkratem (SCPD)

3.6.1 Rizika, která mohou vzniknout na konci životnosti svodičů

■ V důsledku stárnutí

V případě přirozeného ukončení životnosti v důsledku zastarání reaguje tepelná ochrana. Svodič přepětí s varistorem musí obsahovat vnitřní odpojovač, který v tomto případě svodič odpojí.

Poznámka: Svodič přepětí s jiskřištěm nemá tepelnou ochranu.

■ V důsledku poruchy

Příčiny ukončení životnosti v důsledku zkratu jsou:

- Přesahující maximální hodnota vybíjecího proudu. Důsledkem této poruchy je silný zkrat.
- Selhání systému distribuce (záměna vodičů nebo přerušení neutrálu).
- Postupné stárnutí varistoru.

Poslední dvě poruchy způsobí impedanční zkrat.

Instalaci je proto nutné proti těmto poruchám chránit: vnitřní tepelní odpojovač popsán výše nemá čas ohřát se, a tedy i správně fungovat.

V tomto případě je nutné nainstalovat ochranné zařízení, tzv. „vnější ochranu před zkratem“ (SCPD). Může být implementována v podobě jističe nebo pojistky.

3.6.2 Vlastnosti ochranného zařízení SCPD

Vnější ochrana SCPD musí být koordinována se svodičem. To znamená, že by měla splňovat následující dvě podmínky:

Výdrž bleskového proudu

Výdrž bleskového proudu je základní charakteristický parametr vnější zkratové ochrany svodiče.

Vnější zkratová ochrana nesmí reagovat při 15 po sobě jdoucích Impulzních proudech u In.

Zkratová odolnost

■ Vypínací schopnost je určena pravidly pro elektrickou instalaci (norma IEC 60364): Zkratová ochrana by měla mít zkratovou vypínací schopnost rovnou nebo vyšší než očekávaný zkratový proud Isc v místě instalace (podle normy IEC 60364).

■ Ochrana instalace proti zkratu Zkrat v obvodu s nízkou impedancí uvolní velké množství energie a musí být eliminován velmi rychle, aby nepoškodil instalaci a svodič.

Správné přiřazení vnější zkratové ochrany ke svodiči musí být dáno výrobcem.

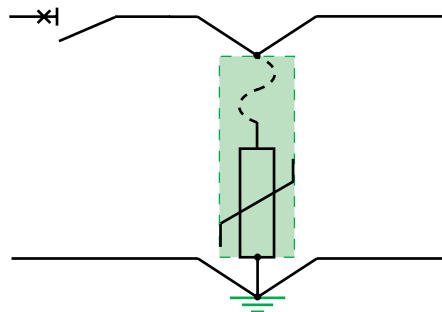
3.6.3 Způsob instalace vnější zkratové ochrany SCPD

■ Sériové zařízení

Sériová zkratová ochrana (viz **Obr. 33**) je obecné ochranné zařízení v síti, která je chráněna (například hlavní jistič v instalaci).

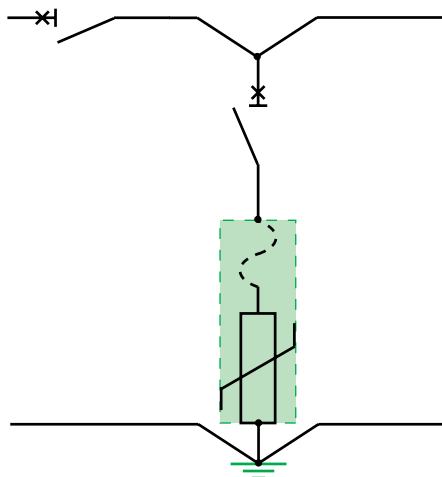
■ Paralelní zařízení

Paralelní zkratová ochrana (viz **Obr. 34**) znamená ochranu pomocí prvku určeného speciálně pro přiřazený svodič.



Obr. 33: Sériová ochrana

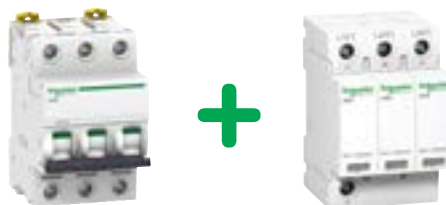
- Odpojovací jistič lze integrovat do svodiče.



Obr. 34: Paralelní ochrana

3.6.4 Ochrana dle normy

Vnější ochrana, která je koordinována se svodičem, musí být otestována výrobcem svodiče v souladu s doporučeními normy IEC 61643-11. Má také být nainstalována dle doporučení výrobce. Příklad lze nalézt v tabulkách koordinace Schneider Electric SCPD a SPD.



Obr. 35: Svodič s vnější ochranou (iC60N + iPRD 40).

3.6.5 Souhrnné charakteristiky vnější ochrany

Podrobná analýza charakteristik je popsána v části 6.4.

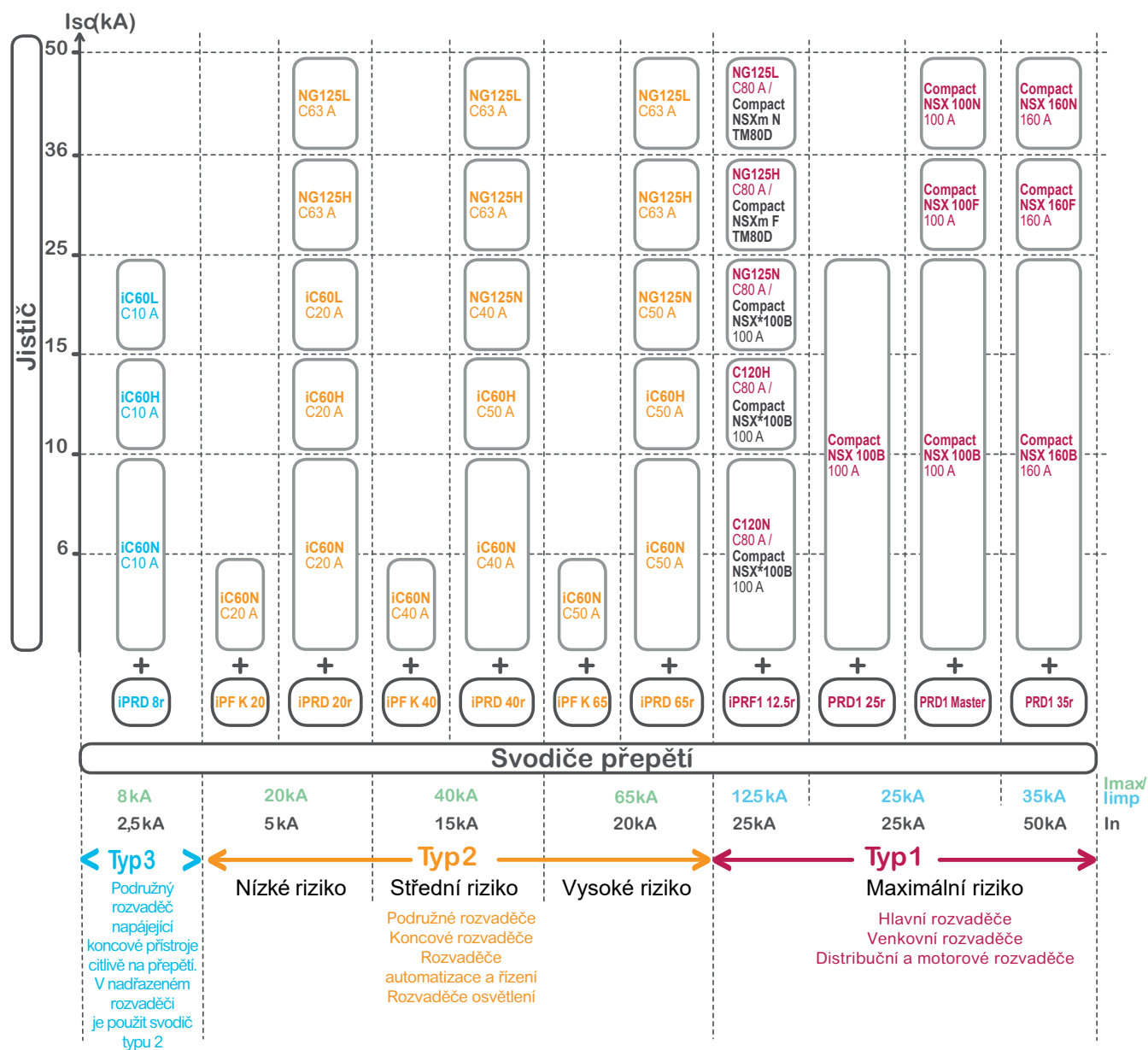
Tabulka na Obr. 36 uvádí příklad shrnutí charakteristik podle různých typů vnější ochrany.

Způsob instalace vnější ochrany SCPD	Sériově	Paralelně		
		Přiřazena ochrana pojistkou	Přiřazena ochrana jističem	Integrovaná ochrana jističem
Přepět'ová ochrana instalace a zařízení	=	=	=	=
	Svodiče přepětí chrání zařízení bez ohledu na přiřazenou ochranu před zkratem			
Ochrana instalace na konci životnosti	-	=	+	++
	Bez schopnosti zaručit ochranu	Záruka od výrobce Ochrana proti zkratu nízké impedance není spolehlivě zajištěna	Dokonalá ochrana proti zkratu	Plná záruka
Kontinuita provozu na konci životnosti	--	+	+	+
	Vypnutí celé instalace	Vypne pouze obvod se svodičem přepětí		
Údržba na konci životnosti	--	=	+	+
	Požadované vypnutí instalace	Výměna pojistek	Okamžité opětovné nahození	

Obr. 36: Charakteristika ochrany na konci životnosti svodiče typu 2, v závislosti na vnější ochraně SCPD

3.7 Koordinační tabulka pro svodiče a ochranu

Tabulka na Obr. 37 na další straně uvádí kombinace přiřazeného jističe pro svodiče Schneider Electric typu 1 a 2 a pro všechny úrovně zkratových proudů. Koordinace mezi svodičem a jističem doporučena a zaručena ze strany Schneider Electric zajišťuje spolehlivou ochranu.



Všechny jističe mají vypínací charakteristiku C(*) Compact NSX se používá pro odolnost vůči impulznímu bleskovému proudu

Obr. 37: Tabulka koordinace mezi svodiči a příslušným vypínacím prvkem společnosti Schneider Electric

3.7.1 Koordinace s nadřazenými ochrannými zařízeními

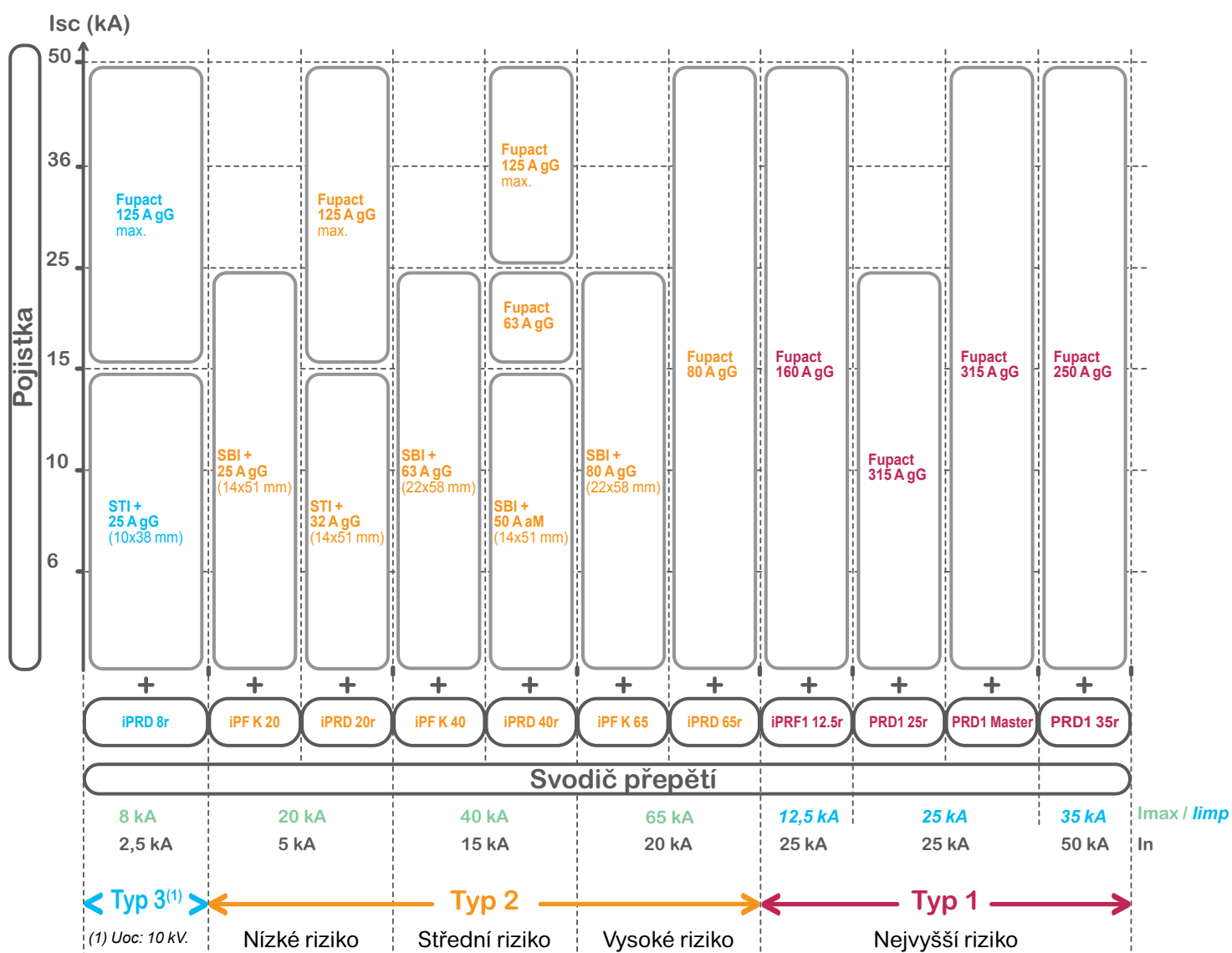
Koordinace se zařízeními nadproudové ochrany

V elektrické instalaci se ochrana svodičů (SCPD) řídí stejnými pravidly jako ochrana ostatních zařízení, což umožňuje použít při navrhování systému ochrany z důvodu technické a ekonomické optimalizace techniky **diskriminace a kaskádování**.

Koordinace s proudovými chrániči

Je-li svodič přepětí nainstalován pod proudovým jističem, ten musí být alespoň typu S/ nebo libovolný typ s odolností vůči impulznímu proudu do hodnoty alespoň 3 kA (proudová vlna 8/20 μs).

➤ Koordinace mezi přepětovou ochranou a její odpojovací pojistkou v případě zkratu



4.1 Zapojení

Vzdálenost mezi svodiči přepětí a chráněnými zařízeními by měla být co nejkratší, z důvodu omezení ochranné úrovně napětí (U_p) na nejnižší možnou úroveň. Celková vzdálenost mezi vybočením ze sítě a uzemněním by neměla přesáhnout 50 cm.

Jedním ze základních parametrů pro ochranu zařízení je ochranná napěťová úroveň (U_p), které je zařízení schopné odolávat na svých svorkách. Proto je nutné zvolit vhodný svodič s úrovní napětí U_p vhodnou pro chráněná zařízení (viz Obr. 38). Celková délka přívodních vodičů je

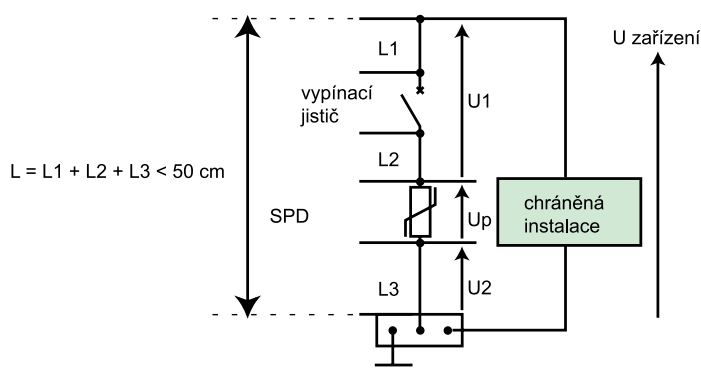
$$L = L_1 + L_2 + L_3.$$

Pro vysokofrekvenční proud je impedance na jednotku délky tohoto zapojení přibližně 1 $\mu\text{H}/\text{m}$.

Aplikace Lenzova zákona pro toto připojení: $\Delta U = L \, di/dt$

Normalizovaná proudová vlna 8/20 μs s proudovou křivkou 8 kA následně vytvoří napěťovou špičku 1000 V na metr kabelu.

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



Obr. 38: Zapojení svodiče přepětí v rozvaděči $L < 50 \text{ cm}$

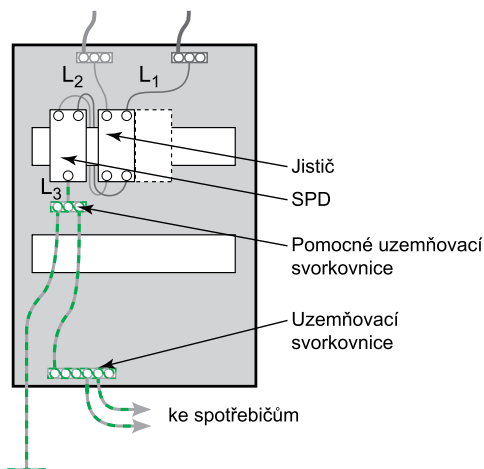
Výsledkem je napětí na svorkách zařízení, instalované UP:

$$U_p = U_p + U_1 + U_2$$

Pokud $L_1 + L_2 + L_3 = 50 \text{ cm}$, a vlna je 8/20 μs s amplitudou 8 kA, napětí indukované na svorkách zařízení bude $U_p + 500 \text{ V}$.

4.1.1 Zapojení v plastové rozvodnici

Obr. 39a níže zobrazuje, jak připojit svodič přepětí v plastové rozvodnici.

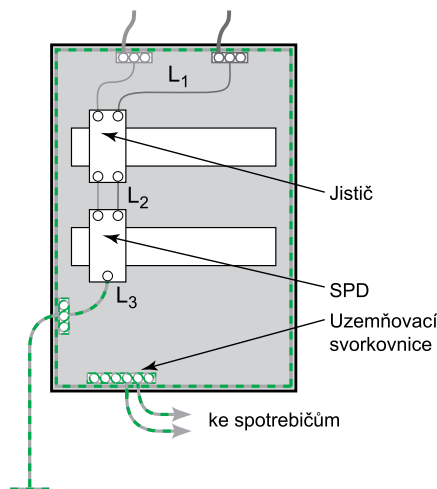


Obr. 39a: Příklad zapojení svodiče v plastové rozvodnici

4.1.2 Zapojení v kovové rozvodnici

V případě použití kovové rozvodnice je vhodné připojit svodič přepětí přímo ke kovové rozvodnici, zatímco rozvodnice bude použita jako ochranný vodič (viz Obr. 39b).

Toto uspořádání je v souladu s IEC 61439-2 a výrobce rozvaděče musí ověřit, zda to vlastnosti rozvodnice umožňují.



Obr. 39b: Příklad zapojení svodiče v kovové rozvodnici

4.1.3 Průřezy vodičů

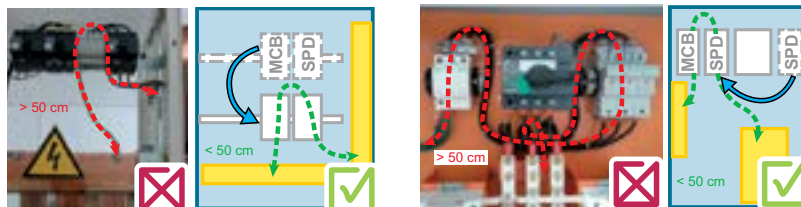
Doporučený průřez vodiče zohledňuje:

- Tok bleskového proudu při maximálním úbytku napětí (pravidlo 50 cm).
- Poznámka: Na rozdíl od standardních 50 Hz elektrické instalace, má bleskový proud vysokou frekvenci a zvětšení průřezu vodičů výrazně nesníží impedanci instalace.
- Odolnost vodiče proti zkratovému proudu: Vodič musí odolávat zkratovému proudu do doby než dojde k aktivaci ochrany.

IEC 60364 doporučuje použít minimální průřezy na vstupu instalace:

- 4 mm² (Cu) pro připojení svodiče typu 2;
- 16 mm² (Cu) pro připojení svodiče typu 1 (přítomnost systému ochrany proti blesku - hromosvodu).

4.1.4 Příklady správné a nesprávné instalace svodiče



Příklad č. 1:
Návrh instalace zařízení musí být v souladu s pravidly instalace:
délka kabelu by měla být do 50 cm.

Příklad č. 2:
Umístění přístrojů musí být v souladu s pravidly instalace: tzn. zkrácená délka kabelů do 50 cm, a pravidly vytváření smyček, s cílem omezit vznik magnetických polí vytvářených bleskovým proudem.

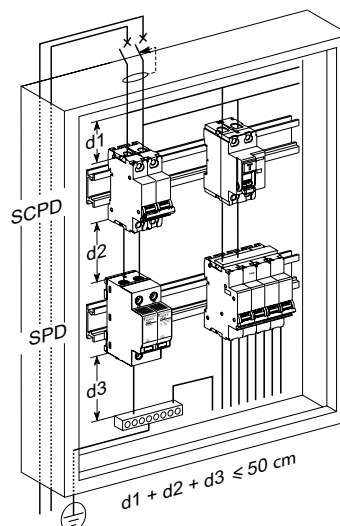
Obr. 39c: Příklady vhodné a nevhodné instalace svodičů přepětí

4.2 Pravidla pro vedení kabeláže

■ Pravidlo č. 1:

První pravidlo, které je nutné dodržovat je, že délka kabeláže svodiče mezi sítí (přes ochranu SPD) a svorkovnicí uzemnění by neměla přesáhnout 50 cm.

Obr. 40 zobrazuje dvě možnosti zapojení svodiče.



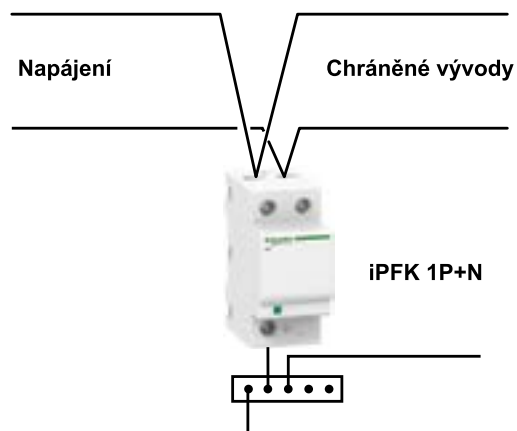
Obr. 40: Svodič s přidruženým jističem.

■ Pravidlo č. 2:

Vodiče chráněných výstupů:

- je nutné připojit ke svorkám jištění (SCPD) nebo svodiče (SPD)
- měly by být fyzicky odděleny od „znečištěných“ vstupních vodičů.

Umísťují se napravo od svorek SPD a ochrany SCPD (viz **Obr. 41**).



Obr. 41: Připojení chráněných výstupních vývodů je vedeno napravo od svorek svodiče přepětí

■ **Pravidlo č. 3:**

Fázové vodiče, nulový a ochranný vodič (PE) u vstupního jističe mají být vedeny vedle sebe, s cílem snížit délku smyčky (viz Obr. 42).

■ **Pravidlo č. 4:**

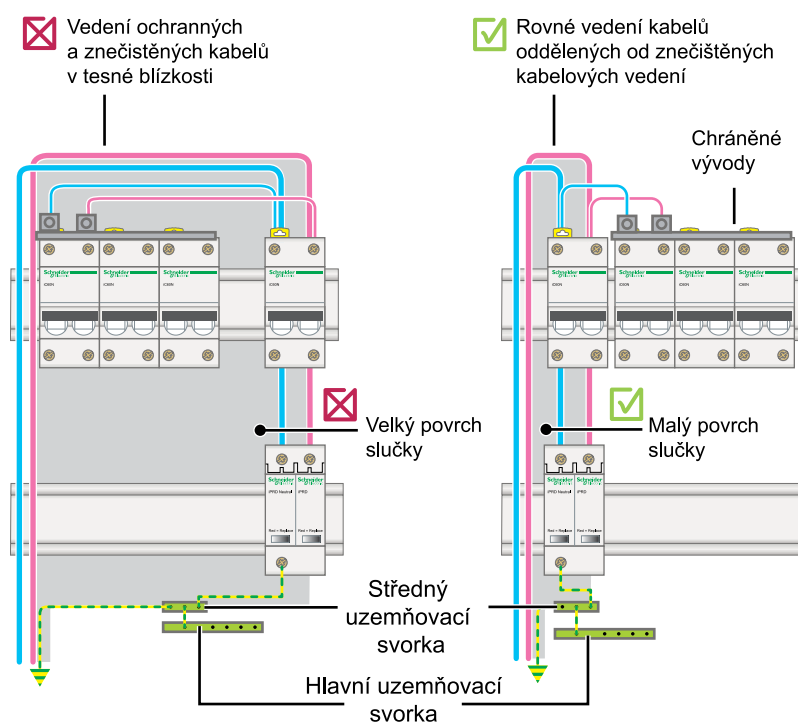
Vstupní kabely ke svodiči přepětí by měly být vedeny odděleně od dalších vodičů, aby se předešlo vzájemnému „znečištění“ při jejich přiblížení (viz Obr. 42).

■ **Pravidlo č. 5:**

Pokud je to možné, kabely by měly být uchyceny ke kovovým částem rozvodnice, s cílem minimalizovat velikost smyčky a použít kovový obal jako stínění proti rušení EMC.

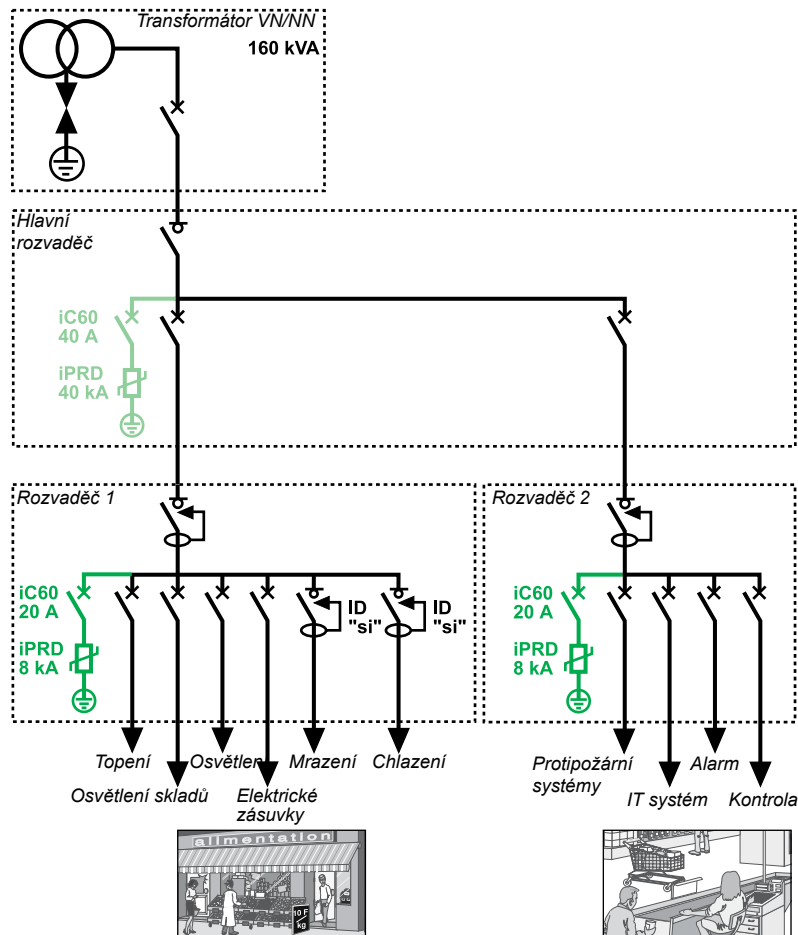
V každém případě je nutné ověřit, zda jsou rámy rozvodnic a rozvaděčů uzemněny co nejkratšími vodiči.

A nakonec, pokud se používají stíněné kabely, velké délky by měly být zkráceny z důvodu snižování efektivity stínění (viz Obr. 42).



Obr. 42: Příklad zlepšené EMC pomocí omezení plochy smyček a společné impedance v elektrických rozvodnicích

5.1 Příklady instalace



Obr. 43: Příklad aplikace: supermarket

Řešení a schémata

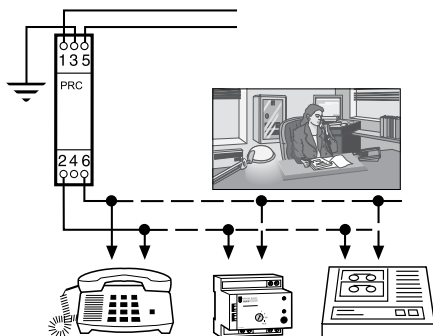
- Nástroj pro výběr svodiče přepětí umožňuje určit přesnou hodnotu svodiče na vstupu instalace a příslušného ochranného jističe.
 - Protože citlivé spotřebiče ($U_{imp} < 1,5 \text{ kV}$) jsou umístěny dále než 10 metrů od nainstalovaného svodiče, vyžaduje se instalace jemného svodiče (typ 3) co nejbližší spotřebičů.
 - Pro zajištění nejvyšší možné kontinuity provozu pro chladicí místnosti:
 - použijeme proudové chrániče typu SI, aby se zabránilo nežádoucímu přerušení proudu způsobenému během průtoku bleskové vlny.
 - K ochraně proti atmosférickému přepětí:
 - do hlavního rozvaděče nainstalujeme svodič přepětí typu 1 (případně 1 a 2)
 - do každého přídatného rozvaděče nainstalujeme svodiče přepětí typu 2.
- Svodiče, které budou chránit citlivé spotřebiče ve vzdálenosti více než 10 metrů od předřazeného svodiče typu 3:
- do telekomunikační instalace nainstalujeme datové svodiče přepětí, které bude chránit příslušná zařízení, například modemy, požární hlásiče, telefony a faxy.

Doporučení pro vedení kabeláže

- Zajistit ekvipotenciální propojení konstrukcí budovy.
- Snížit délku napájecích kabelů na minimum.

Doporučení pro instalace

- Nainstalujte svodiče přepětí, $I_{max} = 40 \text{ kA}$ (8/20 μs) a jistič iC60 s jmenovitým proudem $I_n 40 \text{ A}$.
- Nainstalujte jemné svodiče přepětí typu 3, $I_{max} = 8 \text{ kA}$ (8/20 μs) a přidružený jistič iC60 s jmenovitým proudem $I_n 10 \text{ A}$.



Obr. 44: Telekomunikační síť

5.2 Svodiče pro fotovoltaické aplikace (FV)

Přepětí může vzniknout v elektroinstalacích z různých důvodů. Může je způsobit:

- Rozvodná síť následkem blesku nebo jako důsledek spínacích procesů v instalaci.
- Blesk (poblíž budovy nebo když udeří přímo do ní a FV zařízení nebo do hromosvodu).
- Změny v elektrickém poli v důsledku uhození blesku.

Podobně jako veškeré konstrukce budovy, FV instalace je také ohrožena bleskem.

Využívání svodičů přepětí je v tomto případě nezbytné.

5.2.1. Ochrana vzájemným pospojením

První ochranné opatření, které můžeme použít, je vzájemné pospojení vodivých částí s ochranným vodičem instalace. Účelem je vytvořit stejný potenciál ve všech bodech nainstalovaného systému.

5.2.2. Ochrana pomocí svodičů přepětí (SPD)

SPD jsou zvláště důležité pro ochranu citlivých zařízení jako jsou střídače, měřicí a monitorovací systémy a fotovoltaické panely, ale také další zařízení napájená z rozvodní sítě 230V AC. Dále popsaná metoda posouzení rizika je založena na vyhodnocení kritické délky instalace L_{crit} a souhrnné délky L vedení na straně DC.

Ochrana pomocí svodičů přepětí je zapotřebí, pokud je $L \geq L_{crit}$.

L_{crit} závisí na typu FV instalace a je stanovena podle tabulky (**Obr. 45**):

L je součtem délek:

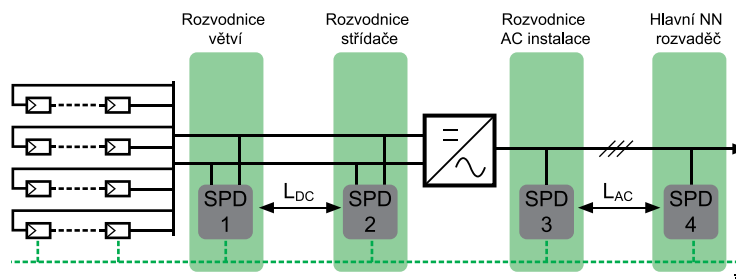
- součtem vzdáleností mezi střídačem (střídači) a rozvodnicemi, přičemž délka kabelů umístěných ve stejném kanálu se bere v úvahu pouze jednou

Typ instalace	Rodinné domy	Továrenské objekty	Správní, zemědělské, průmyslové stavby
L_{crit} (v metrech)	115/ N_g	200/ N_g	450/ N_g
$L \geq L_{crit}$	Svodič(e) přepětí jsou na DC straně povinné		
$L < L_{crit}$	Svodič(e) přepětí na DC straně nejsou povinné		

Obr. 45: Výběr DC svodičů

- součtem vzdáleností mezi rozvodnicemi a spojovacími body fotovoltaických modulů, tvořících řetěz (tzv. string), délka kabelů nacházejících se ve stejném kanálu se bere v úvahu pouze jednou.

N_g je hustota blesků (počet úderů blesku/1 km²/rok).



Obr. 46a: Výběr svodičů

Poloha	Svodič přepětí						
	FV moduly nebo rozvodnice pole		MěničDC strana	Měnič strana AC		Hlavní rozvaděč	
	L_{DC}			L_{AC}		Hromosvod	
Kritérium	< 10 m	> 10 m		< 10 m	> 10 m	Ano	Ne
Typ SPD	Není potřebný	„SPD 1“ Typ 2*	„SPD 2“ Typ 2*	Není potřebný	„SPD 3“ Typ 2*	„SPD 4“ Typ 1*	„SPD 4“ Typ 2, je-li $N_g > 2,5$ a nadzemní vedení

*Dle EN 62305 typy 1 a 2 nemusí být odděleny.

Obr. 46b: Výběr svodiče

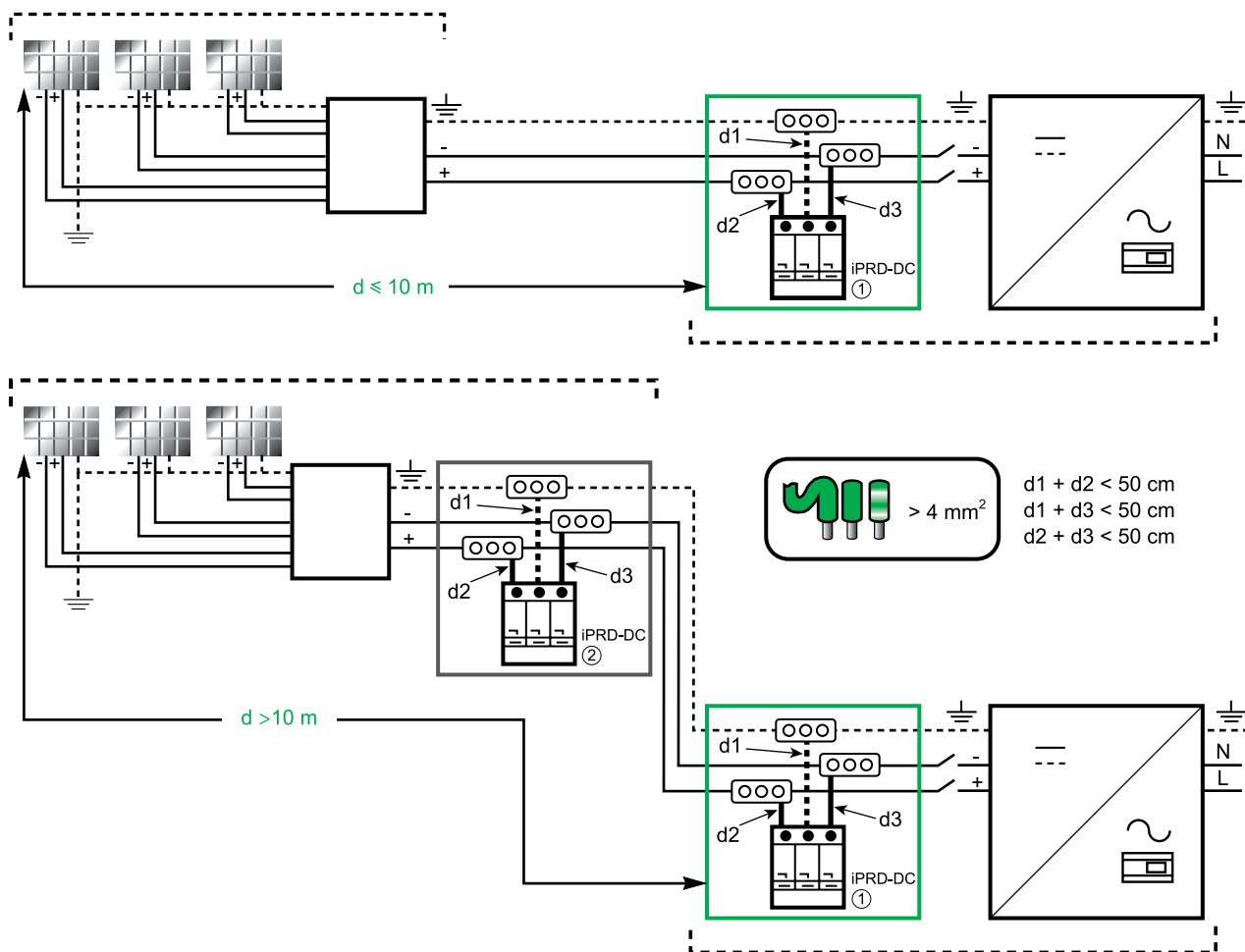
Instalace svodičů

Počet a umístění svodičů na straně DC závisí na délce kabelů mezi fotovoltaickými panely a měničem. Svodič by měl být nainstalován v blízkosti měniče ve vzdálenosti kratší než 10 metrů. Je-li vzdálenost větší než 10 metrů, je nezbytné nainstalovat druhý svodič a měl by být umístěn ve skříni poblíž fotovoltaického panelu. První svodič by měl být umístěn poblíž měniče.

Z hlediska účinnosti ochrany musí být vzdálenost mezi kabely DC sítě, uzemňovací svorkou svodiče a uzemňovacím systémem co nejkratší - nejvíce 2,5 m. ($d_1 + d_2 < 50$ cm).

Bezpečná a spolehlivá výroba energie z fotovoltaického zdroje.

V zájmu zajištění bezpečnosti prvků výroby a transformace energie může být nutné nainstalovat dva nebo více svodičů přepětí.



Obr. 47: Umístění svodičů

6.1 Normy pro ochranu před bleskem

Ochrana instalací před bleskem je vymezena v normách IEC 62305 1 až 4 (NF EN 62305, část 1 až 4) a normativními publikacemi IEC 61024, IEC 61312 a IEC 61663.

■ 1. část - Obecné zásady:

Tato část zavádí obecné zásady pro ochranu před bleskem a její charakteristiky.

■ 2. část - Řízení rizik:

Tento oddíl je zaměřen na posouzení rizik pro budovu způsobených úderem blesku a zadefinování variant ochrany s ohledem na jejich náklady.

■ 3. část - Hmotné škody na stavbách a ohrožení života:

Tato část obsahuje požadavky na ochranu budov před přímým zásahem blesku - prostřednictvím hromosvodu. Principy vyrovnání potenciálů uzemnění s ohledem na využití svodiče typu 1.

■ 4. část - Elektrické a elektronické systémy v budovách:

Tato část popisuje ochranu proti dopadu indukovaného přepětí od blesku, včetně systému ochrany pomocí svodičů (typy 2 a 3), stínění kabelů, pravidla instalace SPD apod.

Tento soubor norem je doplněn o:

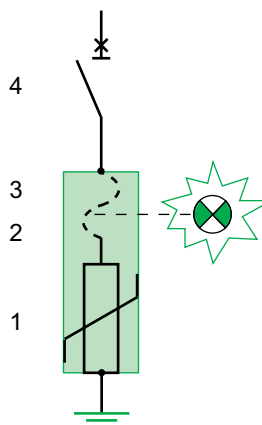
■ sérii norem IEC 61643 o definování produktů na ochranu proti blesku (viz podkapitola 2);

■ sérii norem IEC 60364-4 a-5 o použití produktů v NN elektroinstalaci (viz podkapitola 3).

6.2. Komponenty svodiče přepětí SPD

Hlavní části svodiče přepětí (viz **Obr. 48**):

- 1) jeden nebo více nelineárních dílů: živé části (varistor, plynová bleskojistka, atd.)
- 2) tepelná ochrana (vnitřní odpojovač), který chrání v případě tepelného přetížení a při ukončení životnosti svodiče (SPD s varistorem)
- 3) indikátor, který signalizuje konec životnosti svodiče SPD (Některé svodiče přepětí umožňují dálkovou signalizaci)
- 4) vnější ochrana (pojistka nebo jistič), která poskytuje ochranu před zkratovým proudem (tento přístroj může být součástí svodiče).



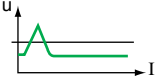
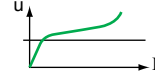
Obr. 48: Složení svodiče

6.2.1 Technologie živých částí

Živé části svodičů jsou provedeny pomocí různých technologií. Všechny mají určité výhody a nevýhody:

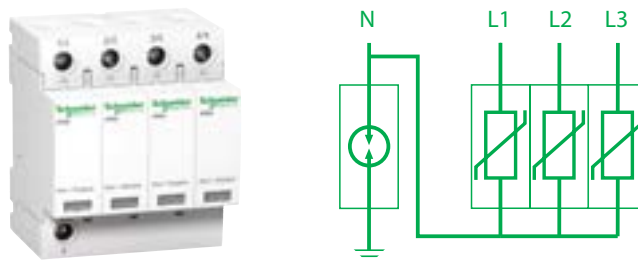
- Zenerova dioda;
- Výbojkové trubice (řízené nebo neřízené);
- Varistor (varistor ZnO).

Níže uvedená tabulka uvádí charakteristiky a použití tří nejčastěji používaných technologií.

Komponent	Výbojková bleskojistka naplněna plynem	Zapouzdřené jiskřiště	Varistor	Výbojková bleskojistka a varistor v sérii	Zapouzdřené jiskřiště a varistor paralelně
Vlastnosti					
Provozní režim	Spínání napětí	Spínání napětí	Omezení napětí	Spínání napětí a omezení v sérii	Spínání napětí a omezení paralelně
Provozní křivky					
Aplikace	<ul style="list-style-type: none"> ■ Telekomunikační sítě ■ NN síť (v kombinaci s varistorem) 	Síť NN	Síť NN	Síť NN	Síť NN
Typ	Typ 2	Typ 1	Typ 1 nebo typ 2	Typ 1 a Typ 2	Typ 1 a Typ 2

Obr. 49: Souhrnná tabulka výkonu

Poznámka: Obě technologie nainstalovány do jednoho svodiče (viz Obr. 50)



Obr. 50: Svodiče Schneider Electric iPRD SPD obsahují zapouzdřené jiskřiště mezi zemí a nulou (PE-N) a varistory mezi fázemi a nulou (L-PE).



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

6.3 Indikace konce životnosti

Signalizace konce životnosti souvisí s vnitřním odpojovačem a vnější ochranou SCPD (jistič, pojistka) a informuje uživatele, že zařízení již není chráněno proti přepětí atmosférického původu.

Tuto funkci obvykle vyžadují montážní předpisy.

Signalizace konce životnosti se provádí mechanickým terčíkem nebo světelnou signalizací.

Je-li použita vnější ochrana pomocí pojistky, musí se použít pojistka s terčíkem a základna musí být vybavena systémem indikujícím vyskočení terčíku.

6.3.1 Místní a dálková signalizace

Svodiče iPRD Schneider Electric mají mechanický (místní) ukazatel a volitelně mohou být doplněny dálkovou signalizací.

Místní signalizace

Svodiče iPRD jsou vybaveny místním mechanickým indikátorem stavu:

- červený mechanický indikátor (nainstalován na každý modul) znamená konec životnosti.

Dálková signalizace

Svodiče iPRD jsou (volitelně) opatřeny signalizačním kontaktem, který umožňuje dálkovou signalizaci:

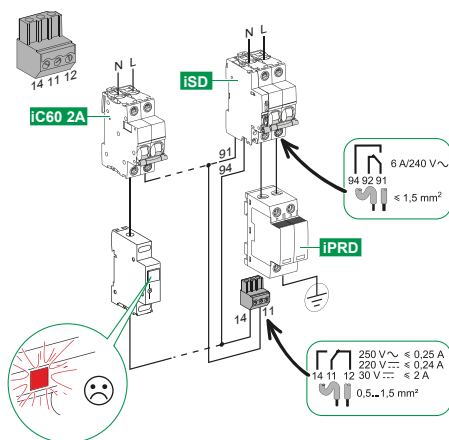
- konce životnosti modulů;
 - chybějícího výměnného modulu;
- Dálková signalizace umožňuje okamžitý přehled o stavu svodiče a jeho připravenosti k ochraně instalace.

6.3.2 Údržba na konci životnosti

Když ukazatel konce životnosti signalizuje nefunkčnost svodiče nebo jeho odpojení vnitřní tepelnou ochranou, musí být vyměněn.

Z bezpečnostních důvodů se důrazně doporučuje nevyměňovat tyto moduly pod napětím.

- Výměnný modul lze na konci životnosti jednoduše nahradit.



Obr. 52a: Instalace kontrolky stavu se svodičem iPRD

6.4 Detailní charakteristika vnější ochrany SCPD

6.4.1 Výdrž proudové vlny

Test odolnosti vnější (zkratové) ochrany.

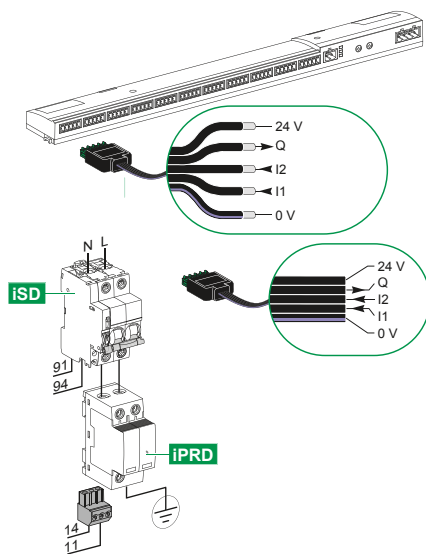
- Za použití pojistek (nožových nebo šroubových) je odolnost vůči proudové vlně vyšší a vyšší s charakteristikou aM než gG.
- jističe jsou ve srovnání s pojistkami odolnější vůči proudové vlně.

Obr. 53 na další straně představuje výsledky testů odolnosti vůči vlně napětí:

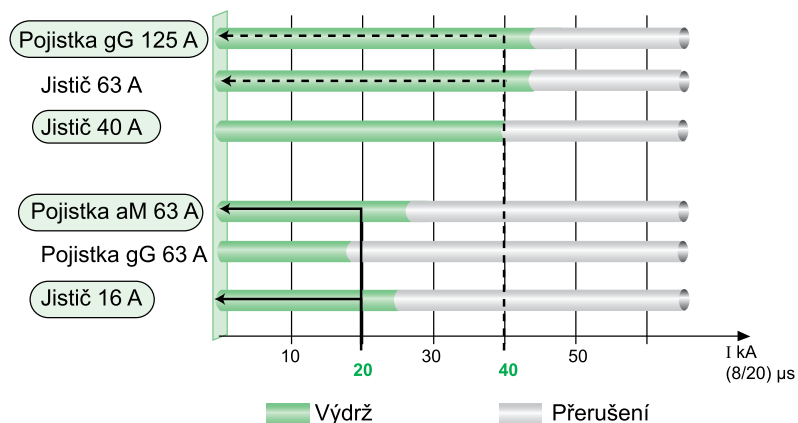
- k ochraně svodiče určeného pro $I_{max} = 20 \text{ kA}$, můžeme zvolit jako vnější ochranu jistič 16 A nebo pojistku aM 63 A,

Poznámka: V tomto případě není vhodná pojistka typu gG 63 A.

- k ochraně svodiče určeného pro $I_{max} = 40 \text{ kA}$, můžeme zvolit jako vnější ochranu jistič 40 A nebo pojistku aM 125 A.



Obr. 52b: Dálková signalizace stavu svodiče pomocí komunikačního modulu Smartlink



Obr. 53: Srovnání výdrže vlny napětí vnější ochrany pro $I_{max} = 20 \text{ kA}$ a $I_{max} = 40 \text{ kA}$

6.4.2 Ochranná napěťová úroveň U_p

Obecně platí:

■ Úbytek napětí na svorkách jističe je vyšší než na svorkách pojistky. Je tomu tak proto, že impedance komponentů jističe (prvky tepelné a zkratové ochrany) je vyšší než u pojistky.

Navzdory tomu:

■ Rozdíl v poklesu napětí je pro proudové vlny nepřesahující 10 kA (95 % případů) zanedbatelný;

■ Instalovaná ochranná napěťová úroveň U_p také zohledňuje impedanci kabelů. Tato může být v případě použití pojistek vysoká (ochrana mimo svodiče) a nízká v případě použití jističe (jistič v blízkosti nebo zaintegrován ve svodiči).

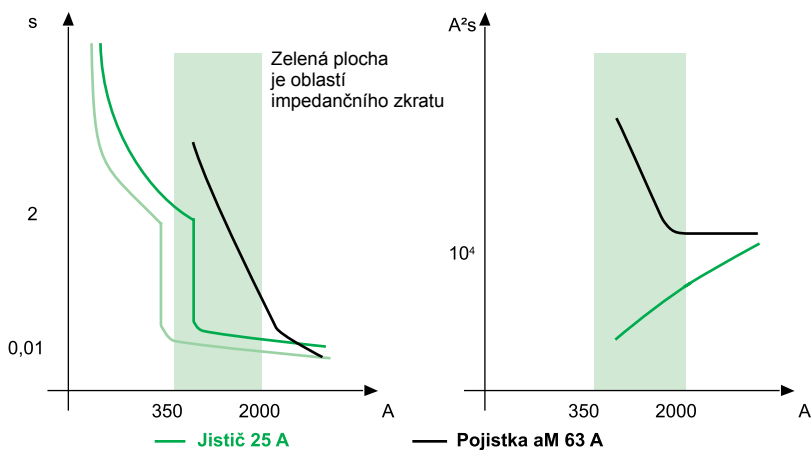
Poznámka: Instalovaná napěťová úroveň U_p je součtem poklesů:

- na svodiči;
- na vnější ochraně;
- na kabeláži přístrojů.

6.4.3 Ochrana proti impedančnímu zkratu

Impedanční zkrat generuje velké množství energie, a proto musí být eliminován co nejdříve, aby nedošlo k poškození instalace a svodiče.

Obr. 54 představuje srovnání doby odezvy a omezení energie vnější ochrany pojistkou 63 A M a jističem 25 A. Tyto dva ochranné prvky mají stejnou odolnost vůči proudové vlně 8/20 μs (27 kA a 30 kA).



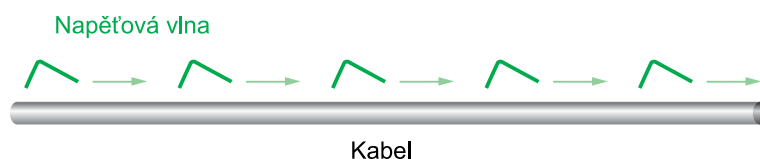
Obr. 54: Srovnání omezujících křivek čas/proud a energie jističe a pojistky se stejnou odolností vůči proudové vlně 8/20 μs

6.5 Šíření bleskové vlny

Elektronické rozvodné sítě jsou nízkofrekvenční, díky čemuž je okamžité napětí ve všech částech vodiče stejné.

Blesková vlna je vysokofrekvenční (několik stovek kHz až MHz):

■ Blesková vlna se šíří určitou rychlostí po vodiči v závislosti na frekvenci jevu. Výsledkem je, že v daném okamžiku nemá napětí v libovolném bodu média stejnou hodnotu (viz Obr. 55).



Obr. 55: Šíření bleskové vlny ve vodiči

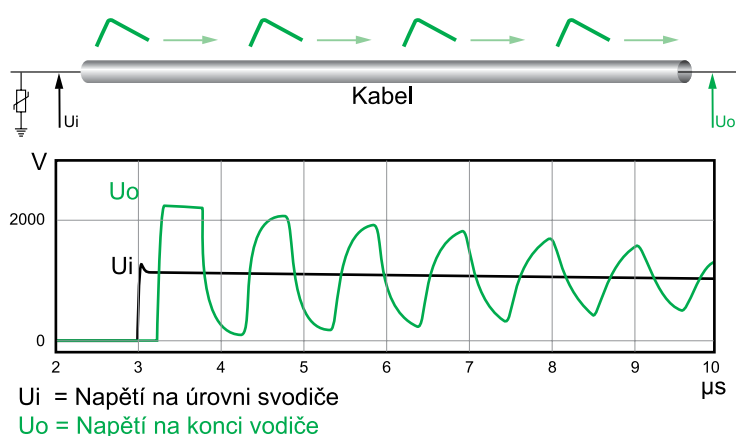
■ Změna média (kabel, sběrnice, svorkovnice...) vytváří jev šíření a/nebo odrazu vlny v závislosti na:

- rozdílech mezi impedancí dvou médií;
- frekvenci postupující vlny (štrmost náběhu v případě impulsu);
- délce média.

V případě úplného odrazu se může hodnota vlny zdvojnásobit.

Příklad: Příklad ochrany instalace svodičem přepětí

Simulace jevu při laboratorních testech, aplikovaného na bleskovou vlnu ukázala, že spotřebič napájen kabelem o délce 30 m, který je chráněn svodičem přepětí s úrovní napětí U_i , zasáhne díky odrazu vlny přepětí dvojnásobné hodnoty U_o (viz Obr. 56).



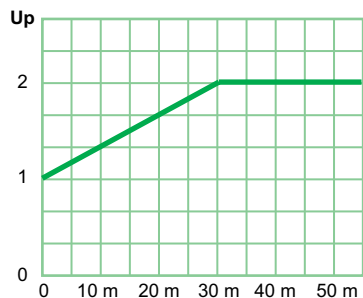
Obr. 56: Šíření bleskové vlny na konci vodiče

Nápravná opatření

Z těchto tří faktorů (rozdíl impedance, frekvence a vzdálenost) je možné ovlivnit pouze jeden a to je délka kabelu mezi svodičem a chráněným zařízením. Čím delší je kabel, tím větší je odraz vlny.

Obecně platí, že odrazy vln vznikající v budovách jsou zásadní počínaje od kabelů délky 10 m a napětí může být až dvojnásobné již při 30 metrech (viz Obr. 57).

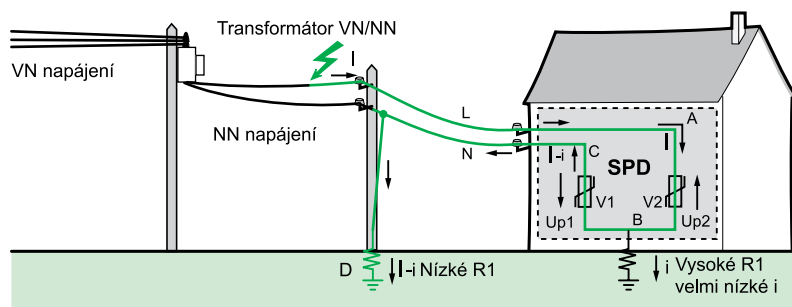
V případech, kdy délka kabeláže mezi svodičem a spotřebičem překračuje 10 metrů, je nutné nainstalovat další jemný svodič přepětí.



Obr. 57: Maximální napětí odrazu v kabelu, v závislosti na jeho délce za vstupního napětí = $4\text{kV}/\mu\text{s}$

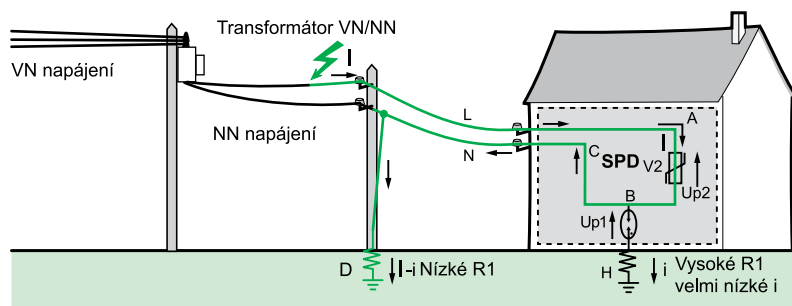
6.6 Příklad bleskového proudu v systému TT

Podélné napětí mezi L-PE nebo L-PEN vzniká bez ohledu na typ uzemňovacího systému (viz **Obr. 58**). Hodnota odporu uzemnění R_1 v rozvodné síti je menší než hodnota R_2 v místě instalace. Bleskový proud poteče obvodem s nižším odporem ABCD. Tj. přes svodiče V_1 a V_2 , což způsobí rozdílové přepětí na svodiči ($UP_1 + UP_2$) a objeví se na svorkách A-C na vstupu instalace.



Obr. 58: Pouze podélný režim ochrany

Pro účinnou ochranu zařízení mezi fází a nulou (L-N), tj. mezi body A-C, je třeba maximálně snížit přepětí. Proto se zapojení přepětí na **Obr. 59** liší. Bleskový proud poteče obvodem ABH, který má nižší impedanci než obvod ABCD. Důvodem je zařazení jiskříště svodiče přepětí. V tomto případě rozdílové napětí odpovídá zbytkovému napětí UP_2 .



Obr. 59: Podélný a příčný režim ochrany

www.se.com/cz

