

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Kompaktní skříně AX Malé skřínky KX

Technická dokumentace
pro montáž a dimenzování
vodičů PE



ROZVÁDĚČE

ROZVOD PROUDU

KLIMATIZACE

IT INFRASTRUKTURA

SOFTWARE & SLUŽBY



FRIEDHELM LOH GROUP

Kompaktní skříň AX/Malé skříňky KX

Obsah

Obsah

1. Obecné poznámky

1.1 Úvod	3
1.2 Poznámky k navrhování ochranného obvodu.....	3
1.3 Předpisy/Normy.....	3

2. Uzemnění - přípojné body

2.1 Kompaktní skříň AX, Skříň	4
2.2 Kompaktní skříň AX, Montážní deska.....	4
2.3 Kompaktní skříň AX, Dveřní děrovaná lišta	5
2.4 Malá skříňka KX, Skříň	6
2.5 Malá skříňka KX, Kryt/Dveře	7
2.6 Malá skříňka KX, Montážní deska	7

3. Samozemnicí spojení

3.1 Kompaktní skříň AX, Přírubová deska	8
3.2 Kompaktní skříň AX, Montážní deska.....	8
3.3 Svorkovnicová skříňka KX, Přírubová deska.....	8

4. Přípustný symetrický zkratový proud zemnicích pásků

4.1 Zemnicí pásy s PVC izolací	9
4.2 Ploché uzemňovací vodiče, holé vodiče	9

5. Zkušební metody a hodnocení

5.1 Zkušební metody.....	10
5.2 Poznámky a hodnocení	10

Poznámka:

Hodnoty uvedené dále v tomto dokumentu platí při standardním lakování.
V případě užití speciálního lakování se mohou kontaktní podmínky lišit.

1. Obecné poznámky

1.1 Úvod

Dokonce i v případě pokročilého a i odborně pokročilého navrhování rozváděčů nelze vždy zabránit nechtěnému zkratu při provozu těchto rozváděčů. Proto musí být přijata vhodná bezpečnostní opatření, aby nedošlo ke zranění personálu, škodám na majetku a poškození elektrického zařízení, které je obsahem rozváděče. Tato opatření stanovují příslušné požadavky na zkratovou odolnost ochranných obvodů. Ochranný obvod musí být schopen své činnosti po celou dobu trvání poruchy, aniž by snižoval bezpečnost rozváděče.

V této dokumentaci je zvláštní pozornost věnována připojování ochranných vodičů pomocí mechanického příslušenství uvnitř kompaktních rozváděčů AX a malých skříněk KX.

Zkratová odolnost rozváděče je měřítkem jeho odolnosti k dynamickému a tepelnému namáhání v případě zkratu. Tepelné namáhání je zvláště zajímavé s ohledem na rozváděčovou skříň a jednotlivé části rozváděčových skříní.

Pro posouzení dovoleného tepelného namáhání je rozhodujícím faktorem efektivní hodnota zkratového proudu (RMS) a jeho doba trvání.

Připojovací body a prvky, jimiž protéká zkratový proud generují teplo, v důsledku jejich elektrického odporu. Připojovací body a prvky, musí toto teplo vydržet, aniž by došlo k jejich poškození způsobující neschopnost plnit bezpečnostní funkci.

Namáhání zkratového obvodu je v podstatě dáno následujícími faktory:

- Doba trvání zkratu
Omezení pomocí rychlých ochranných prvků, jako jsou pojistky, moderní jističe s vypínáním s nulovým proudem, nebo omezením prošlého proudu, atd.
- Impedance zkratové (vypínací) smyčky
Toto závisí na vzdálenosti od transformátoru (zdroje elektrické energie) a kapacitě napájecí soustavy.
- Konstrukce a provedení ochranného obvodu
Toto je obvykle navrženo výrobcem rozváděče.

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout projektantům a konstruktérům taková data, která umožní snadnou a rychlou projekci, případně rychlé a snadné změny projektu. Informace o použitých zkušebních metodách a použitých srovnávání jsou v příloze tohoto dokumentu.

Naměřené hodnoty, které jsou v této brožuře uvedeny, jsou výsledkem jednorázového testu. Tyto naměřené hodnoty podléhají výkyvům, které mohou být závislé na vnitřním uspořádání rozváděče (obvod zkratového proudu). Výrobce rozváděče by proto měl provést odpovídající bezpečnostní posouzení návrhu. Zejména fixační technologie by měla být v souladu s naší specifikací.

1.2 Poznámky k navrhování ochranného obvodu

Kontinuita ochranného obvodu musí být dle ČSN EN 62 208, kapitoly 8.5 zajištěna buď vodivými konstrukčními částmi skříně nebo pomocí samostatného ochranného vodiče nebo oběma způsoby.

U sériových rozváděčů AX / KX je automatické kontaktování mezi korpusem skříně, montážní deskou a kabelovou přírubou zajištěno samotným konstrukčním řešením skříně. To zda je takovéto automatické propojení pro funkci ochranného obvodu dostatečné, musí prověřit plánovač (osoba pověřená výrobcem/ konstruktér). Pro ochranu dveří nebo krytu v rámci ochranného opatření „Ochrana před nepřímým dotykem pomocí automatického odpojení“, musí být připojen samostatný ochranný vodič. Ochranný vodič musí být dimenzován tak, aby byla zajištěna trvalá funkčnost ochranného opatření a zároveň aby byly dodrženy relevantní požadavky norem. Dveře a kryty jsou opatřeny odpovídajícími možnostmi připojení a jsou v této brožuře vyobrazeny. Pokud jsou na dveřích, krytech nebo podobných částech upevněny aktivní el. komponenty, je nutné dimenzovat průřez ochranného vodiče stejným průřezem jaký je u daného aktivního el. komponentu.

1.3 Předpisy/Normy

Následující normy musí být dodrženy:

- ČSN IEC 60050-826
Instalace nízkého napětí
– Obecná terminologie
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrická instalace nízkého napětí
– Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí
– Výběr a stavba elektrických zařízení;
Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN EN 60 865-1 ed.2
Zkratové proudy - Výpočet účinků - Část 1:
Definice a výpočetní metody
- ČSN EN 60 204-1 ed.2
Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1:
Všeobecné požadavky
- ČSN EN 61 439-1 ed.2
Rozváděče nízkého napětí - Část 1:
Všeobecná ustanovení
- ČSN EN 62 208 ed.2
Prázdné skříně pro rozváděče nízkého napětí;
Obecné požadavky

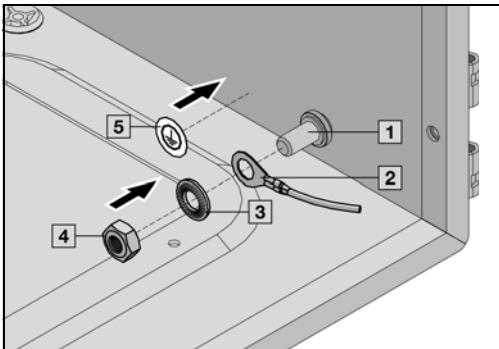
¹⁾ Kontakt s živou částí (vodičem) definovaného průřezu.

Kompaktní skříň AX

Ochranný vodič PE

2. Uzemnění - přípojné body

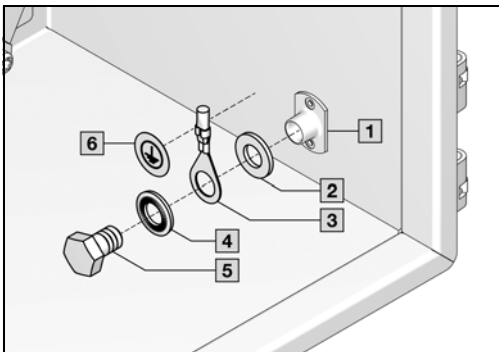
2.1 Skříň AX



Ocelový plech

- 1 Uzemňovací svorkník M8
- 2 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 3 Kontaktní podložka typ S 8,2
- 4 Matka se šestihřannou hlavou M8
- 5 Znak uzemnění

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 40,4 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 50 \text{ ms}$)	$I_{th} = 21,4 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 23,3 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 10 \text{ Nm}$

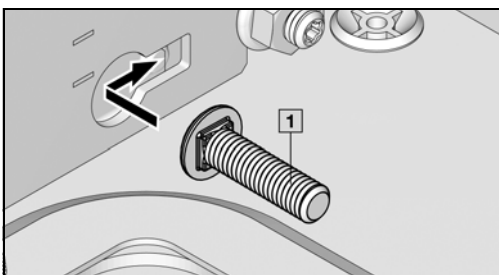


Nerez ocel

- 1 Uzemňovací svorkník s vnitřním závitem M8
- 2 Podložka
- 3 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 4 Kontaktní podložka typ S 8,2
- 5 Šroub se šestihřannou hlavou M8
- 6 Znak uzemnění

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 13,0 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 48 \text{ ms}$)	$I_{th} = 8,0 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 3,1 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 10 \text{ Nm}$

2.2 Montážní deska



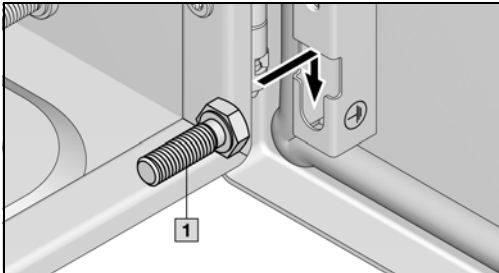
Ocelový plech/Nerez ocel

- 1 Vratový šroub M8, DIN 603
- 2 Pojistná matice M8, DIN 6923
- 3 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 4 Kontaktní podložka typ S 8,2
- 5 Matka se šestihřannou hlavou M8

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 37,4 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 51 \text{ ms}$)	$I_{th} = 20,0 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 20,6 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 10 \text{ Nm}$

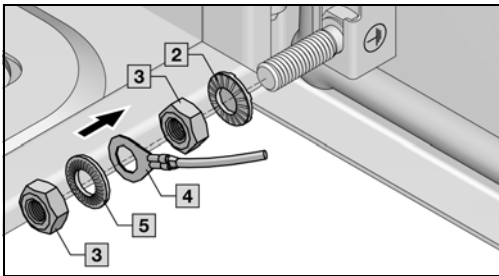
2. Uzemnění - přípojné body

2.3 Dveře/Dveřní děrovaná lišta

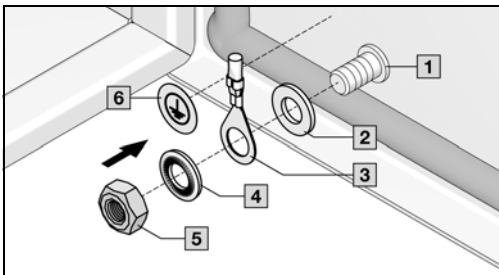


Ocelový plech

- 1 Šroub se šestihrannou hlavou M8x25
- 2 Kontaktní podložka typ K 8,2
- 3 Matka se šestihrannou hlavou M8
- 4 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 5 Kontaktní podložka typ S 8,2



Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 3,5 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 47 \text{ ms}$)	$I_{th} = 2,2 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 0,2 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 10 \text{ Nm}$



Nerez ocel

- 1 Uzemňovací svorkník M8
- 2 Podložka 8,4
- 3 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 4 Kontaktní podložka typ S 8,2
- 5 Matka se šestihrannou hlavou M8
- 6 Kontaktní podložka typ K 8,2

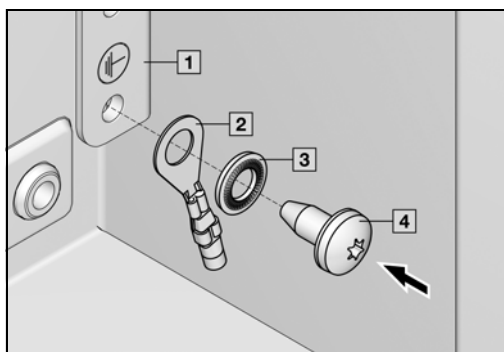
Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 20,2 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 51 \text{ ms}$)	$I_{th} = 12,5 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 8,0 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 10 \text{ Nm}$

Malé skříňky KX

Ochranný vodič PE

2. Uzemnění - přípojné body

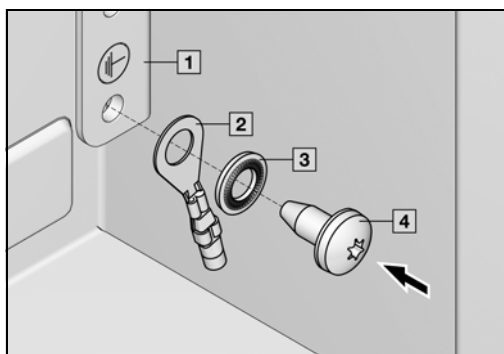
2.4 Skříňka KX



Ocelový plech

- 1 Montážní lišta
- 2 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 3 Kontaktní podložka typ S 6,2
- 4 Šroub 6 x 13

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 6,1 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 50 \text{ ms}$)	$I_{th} = 3,8 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 0,7 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 5 \text{ Nm}$



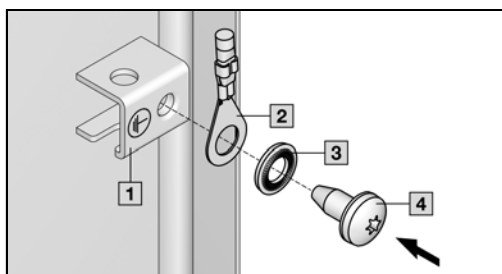
Nerez ocel

- 1 Montážní lišta
- 2 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 3 Kontaktní podložka typ S 6,2
- 4 Šroub 6 x 13

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 15,0 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 51 \text{ ms}$)	$I_{th} = 9,4 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 4,5 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 5 \text{ Nm}$

2. Uzemnění - přípojné body

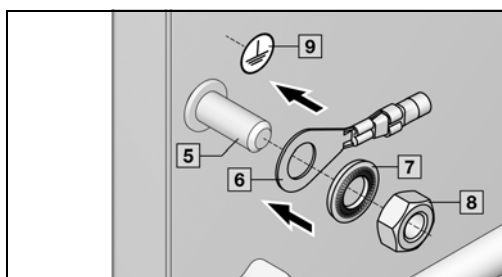
2.5 Kryt/dveře



Ocelový plech

- 1 Uzemňovací úhelník
- 2 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 3 Kontaktní podložka typ S 6,2
- 4 Šroub 6 x 13

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 6,1 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 50 \text{ ms}$)	$I_{th} = 3,8 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 0,7 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 5 \text{ Nm}$

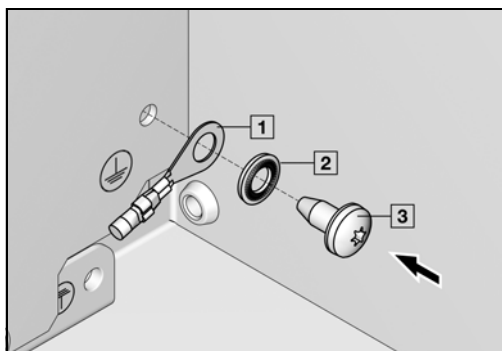


Nerez ocel

- 5 Uzemňovací svorkník M6
- 6 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 7 Kontaktní podložka typ S 6,2
- 8 Matka se šestihřannou hlavou M6
- 9 Znak uzemnění

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 15,3 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 50 \text{ ms}$)	$I_{th} = 9,6 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 4,6 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 5 \text{ Nm}$

2.6 Montážní deska



Ocelový plech/Nerez ocel

- 1 Ochranný vodič s kabelovým okem
- 2 Kontaktní podložka typ S 6,2
- 3 Šroub 6 x 13

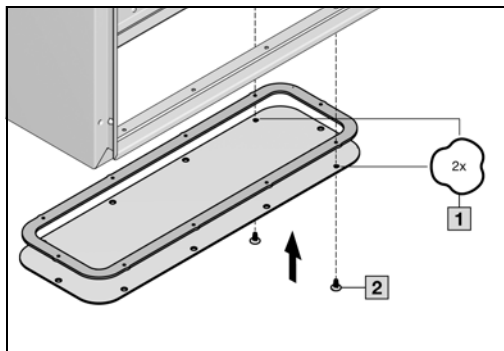
Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 20,0 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 51 \text{ ms}$)	$I_{th} = 12,2 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 7,7 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 5 \text{ Nm}$

Kompaktní skříň AX/Malé skříňky KX

Samozemnicí spojení

3. Samozemnicí spojení

3.1 Kompaktní skříň AX, Přírubová deska

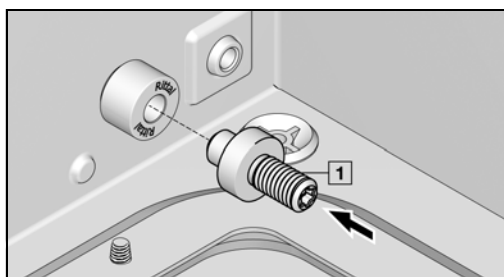


Ocelový plech

- 1 Přírubová deska se speciálními otvory
- 2 Šroub pro upevnění 5 x 10

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 1,0 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 48 \text{ ms}$)	$I_{th} = 0,7 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 0,023 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 2,5 \text{ Nm}$

3.2 Kompaktní skříň AX, Montážní deska

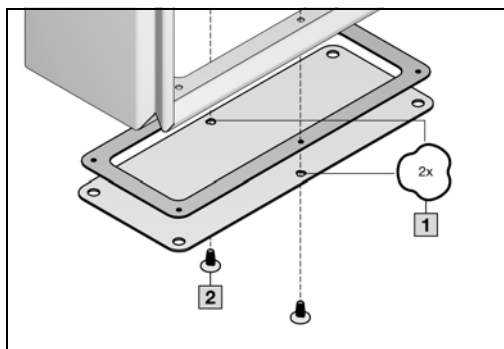


Ocelový plech/Nerez ocel

- 1 Závitový svorník
- 2 Pojistná matice M8, DIN 6923

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 10,1 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 50 \text{ ms}$)	$I_{th} = 6,2 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 1,9 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 8 \text{ Nm}$

3.3 Svorkovnicová skříňka KX, Přírubová deska



Ocelový plech

- 1 Přírubová deska se speciálními otvory
- 2 Šroub pro upevnění 5 x 10

Nárazový zkratový proud (vrchol. hodnota)	$I_p = 1,0 \text{ kA}$
Ekvivalentní oteplovací zkratový proud ($T_k = 48 \text{ ms}$)	$I_{th} = 0,7 \text{ kA}$
Vypočítaná proudová zatížitelnost (Joulův tepelný impuls)	$I^2t = 0,023 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$
Doporučený utahovací moment	$M_A = 2,5 \text{ Nm}$

4. Přípustný symetrický zkratový proud zemnicích pásků

4.1 Zemnicí pásy s PVC izolací

Přípustný zkratový proud zemnicích pásků (ochranného vodiče)
Cu 4 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm² a 35 mm² (PVC izolace),
s dobou trvání řádově 0,04 s; 0,2 s; 0,5 s; 1 s a 5 s.

Přípustný symetrický zkratový proud

Doba vypnutí ochranného zařízení	Průřez ochranného vodiče (PVC izolace)				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0,04 s	2,86 kA	7,15 kA	11,44 kA	17,88 kA	25,03 kA
0,2 s	1,28 kA	3,20 kA	5,12 kA	8,00 kA	11,20 kA
0,5 s	0,81 kA	2,02 kA	3,23 kA	5,05 kA	7,07 kA
1,0 s	0,57 kA	1,43 kA	2,29 kA	3,58 kA	5,01 kA
5,0 s	0,26 kA	0,64 kA	1,02 kA	1,60 kA	2,24 kA

Dimenzování PE pomocí výpočtu dle ČSN EN 61 439-1, Příloha B

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = efektivní hodnota střídavého poruchového proudu v A

kde:

Průřez vodiče $S_p = 4, 10, 16, 25, 35 \text{ mm}^2$

Doba vypnutí $t = 0,04; 0,2; 0,5; 1; 5 \text{ s}$

Materiálový koeficient $k = 143 \text{ A} \cdot \sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$

4.2 Ploché uzemňovací vodiče, holé vodiče

Přípustný zkratový proud plochých uzemňovacích vodičů (ochranného vodiče) Cu 4 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm² a 35 mm² (holé vodiče),
s dobou trvání řádově 0,04 s; 0,2 s; 0,5 s; 1 s a 5 s.

Přípustný symetrický zkratový proud

Doba vypnutí ochranného zařízení	Průřez ochranného vodiče (holé vodiče)				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0,04 s	3,52 kA	8,79 kA	14,07 kA	21,99 kA	30,79 kA
0,2 s	1,57 kA	3,93 kA	6,30 kA	9,84 kA	13,78 kA
0,5 s	1,00 kA	2,48 kA	3,97 kA	6,21 kA	8,70 kA
1,0 s	0,70 kA	1,76 kA	2,82 kA	4,40 kA	6,16 kA
5,0 s	0,32 kA	0,79 kA	1,25 kA	1,97 kA	2,76 kA

Dimenzování PE pomocí výpočtu dle ČSN EN 61 439-1, Příloha B

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = efektivní hodnota střídavého poruchového proudu v A

kde:

Průřez vodiče $S_p = 4, 10, 16, 25, 35 \text{ mm}^2$

Doba vypnutí $t = 0,04; 0,2; 0,5; 1; 5 \text{ s}$

Materiálový koeficient $k = 176 \text{ A} \cdot \sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$

Kompaktní skříně AX/Malé skřínky KX

Zkušební metody a hodnocení

5. Zkušební metody a hodnocení

Rittal zadal zkoušky jedné z největších německých zkušebních laboratoří, konkrétně IPH Berlin. Zkušebna měla provést propracovanou sérii zkoušek pro testování ochranných obvodů v kompaktních skříních AX a malých skřínkách KX. Tyto zkoušky měly prověřit zajištění účinné spojitosti vodivých konstrukčních částí skříní v souladu s ČSN EN 62208 a ověřit velikost ekvivalentního oteplovacího zkratového proudu dle ČSN EN 61439-1. Potvrzení účinnosti a zkratové odolnosti ochranných obvodů je zaznamenáno v této publikaci a to včetně proudové zatížitelnosti (Joulův tepelný impuls I^2t).

5.1 Zkušební metody

- Zkušební vzorky byly připojeny ke generátoru proudu přes napájecí transformátor a podrobeny zkoušce zkratovým proudem po definovaný čas.
- Před a po zkratové zkoušce byl odpor ochranného obvodu přeměřen pomocí volt-ampérové metody a zaznamenán.
- Nárazový zkratový proud byl v několika krocích zvyšován a to až do zničení spojení, nebo do doby kdy odpor spojení přesáhl dovolenou hodnotu.
- Nárazový zkratový proud byl v několika krocích zvyšován a to až do zničení spojení, nebo do doby kdy odpor spojení přesáhl dovolenou hodnotu.
- Podmínky pospojení před a po zkouškách (jednotlivých krocích) byly zaznamenány v podobě fotografií.

5.2 Poznámky a hodnocení

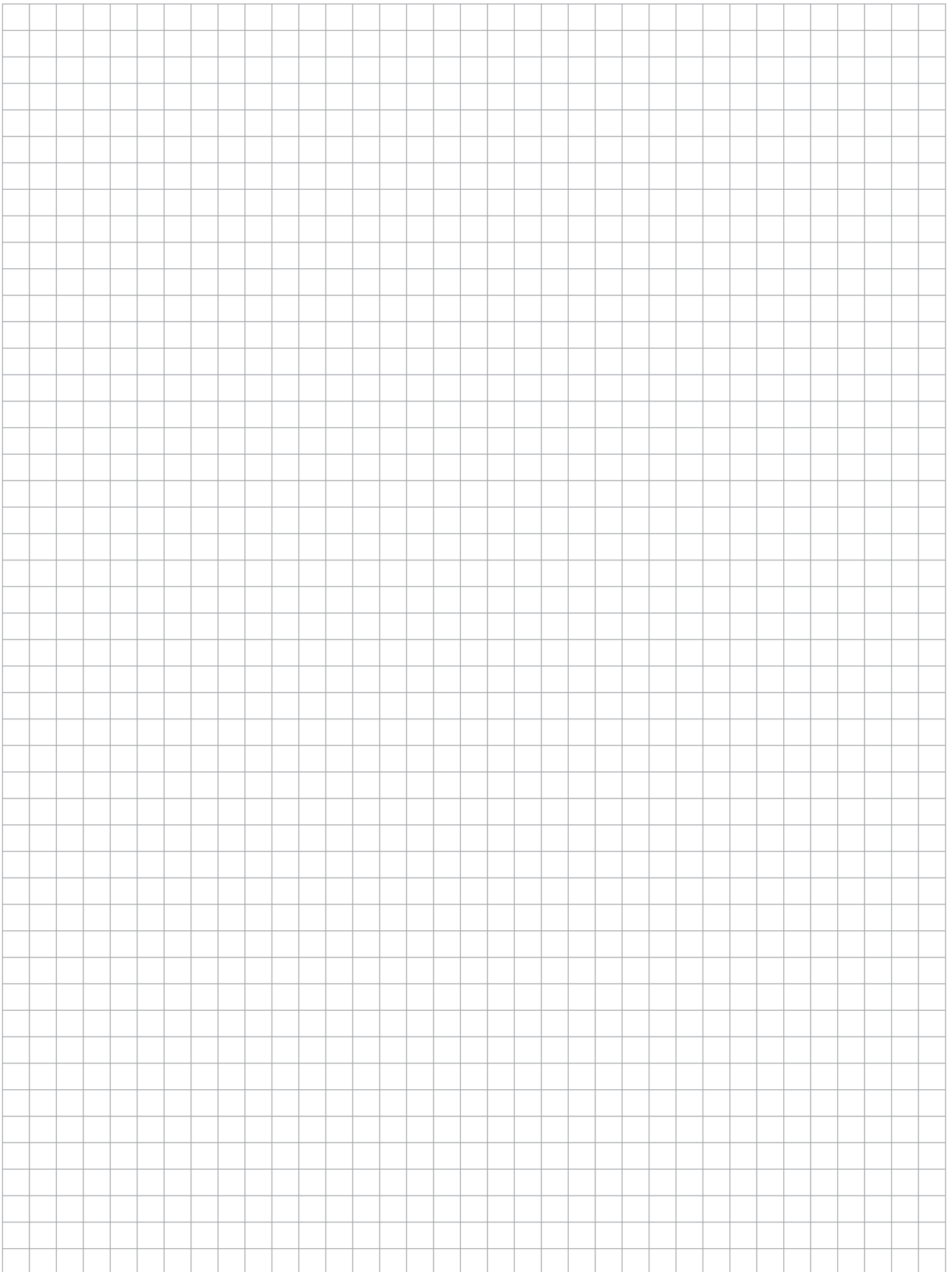
Zkoušky byly provedeny tak, že elektrické připojení bylo zkoumáno prohlídkou a měřením hodnoty odporu. Zde je potřeba uvést, že pokud je jako ochranný vodič použita rámová konstrukce, jiskry a místní oteplení na spojích jsou dovoleny, za předpokladu, že nenarušují elektrickou spojitost a že nedojde ke vznícení sousedních hořlavých částí (viz. ČSN EN 61439-1, část 10.11.5.6.2). Proto doporučujeme, aby v případě potřeby v závislosti na konfiguraci, byl individuální návrh přezkoumán a posouzen.

Testy poskytují hodnoty proudové zatížitelnosti (Joulův tepelný impuls, I^2t), které mohou být projektantem použity pro stanovení možné zatížitelnosti v místě instalace (dle ČSN EN 61439-1). Z toho plyne, že Joulův tepelný impuls (I^2t) je prakticky konstantou po celou dobu trvání zkratu. To znamená, že výrobek se známou dobou vypnutí T_k a přípustnou hodnotou tepelného zkratového proudu I_{th} nesmí překročit proudovou zatížitelnost I^2t .

$$I^2 \cdot t = I_{th}^2 \cdot T_k = \text{konst.}$$

Dále by mělo být uvedeno, že uvedené hodnoty se týkají pouze zkoušených konstrukčních prvků a spojů.

Zejména s ohledem na dynamickou odolnost při zkratu, nemohou být stanoveny obecně platné hodnoty. Při uplatňování těchto specifických hodnot nárazového zkratového proudu, musí být uvedeno, že uspořádání propojovacích vodičů a instalace vnitřní výbavy skříně jsou rozhodujícími faktory pro určování velikosti sil, které vznikají.

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for taking notes.

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Rozváděče
- Rozvod proudu
- Klimatizace
- IT infrastruktura
- Software & služby

Kontakty na všechna zastoupení firmy Rittal naleznete zde:



www.rittal.com/contact

XWWW00210CZ2003

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP