Škody způsobené bleskem a přepětím

Školení z oblasti elektrických zařízení pracovních strojů za provozu 2008

L.P. elektro s.r.o.

15.5.2008

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

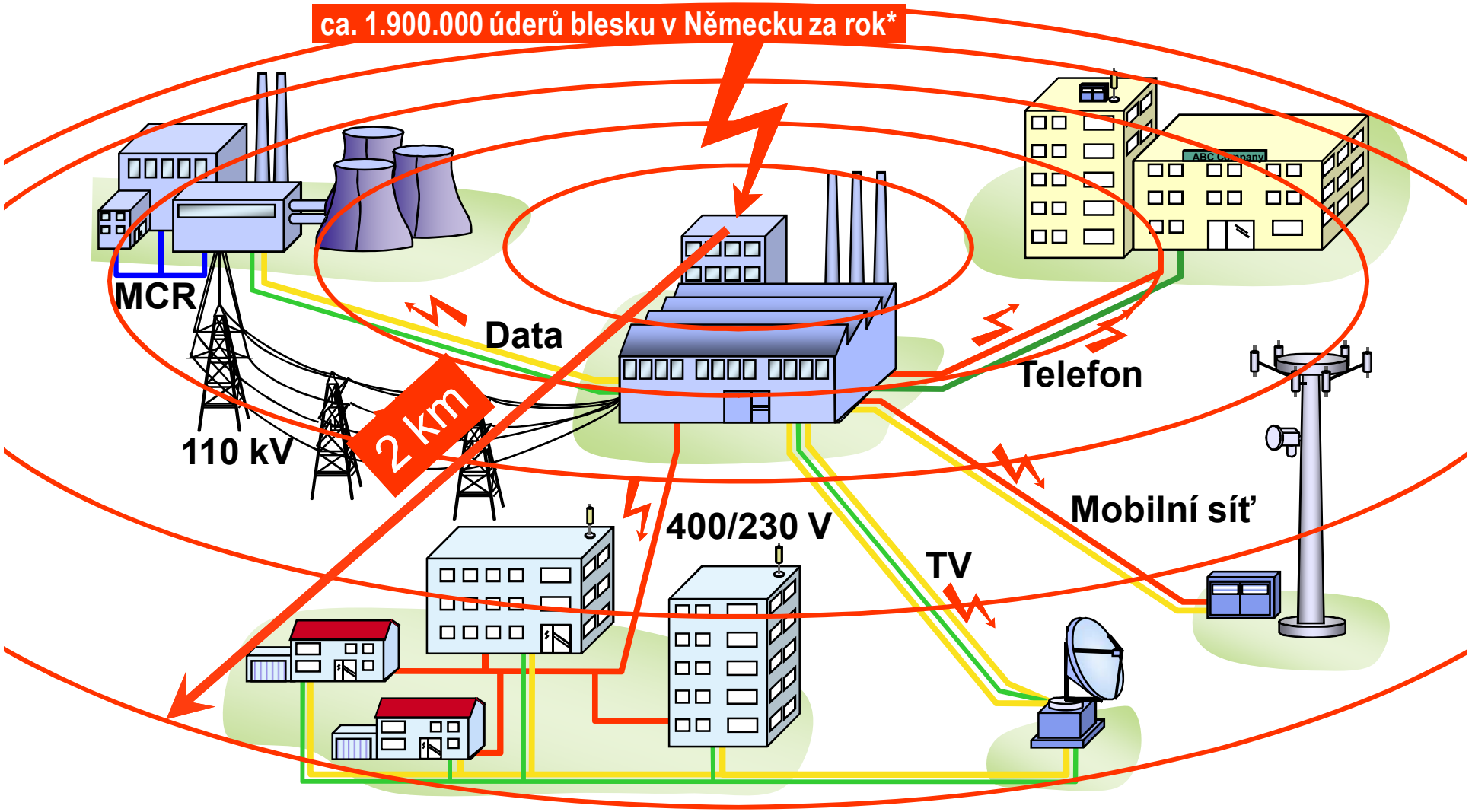
Honza Hájek
DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG.
organizační složka Praha
jan.hajek@dehn.cz
+420737246347

Dalibor Šalanský
Luma Plus s.r.o. Chomutov
lumaplus@lumaplus.cz
+420736670142

Stále zdarma na stažení KníŠka 2.0 na www.kniska.eu !

Zde naleznete i animace Dalibora Šalanského a SW Milana Kauckého

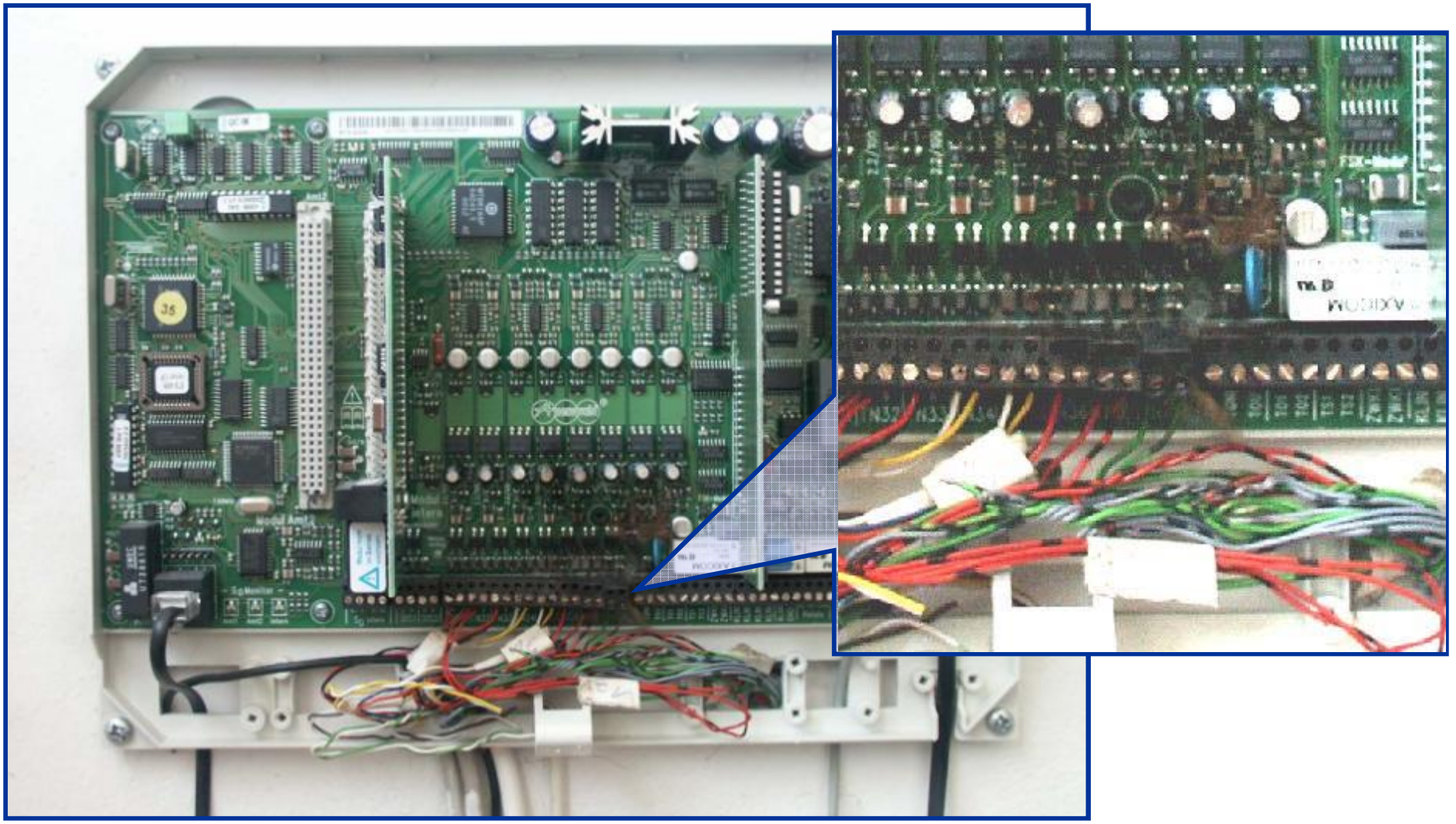
Ohrožení bleskem



*Zdroj: BLIDS, Siemens AG, Auswertung 2001 - 2005

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Škody způsobené přepětím v pobočkové ústředně



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Škody způsobené výpadkem na 1 hodinu v jednotlivých oborech

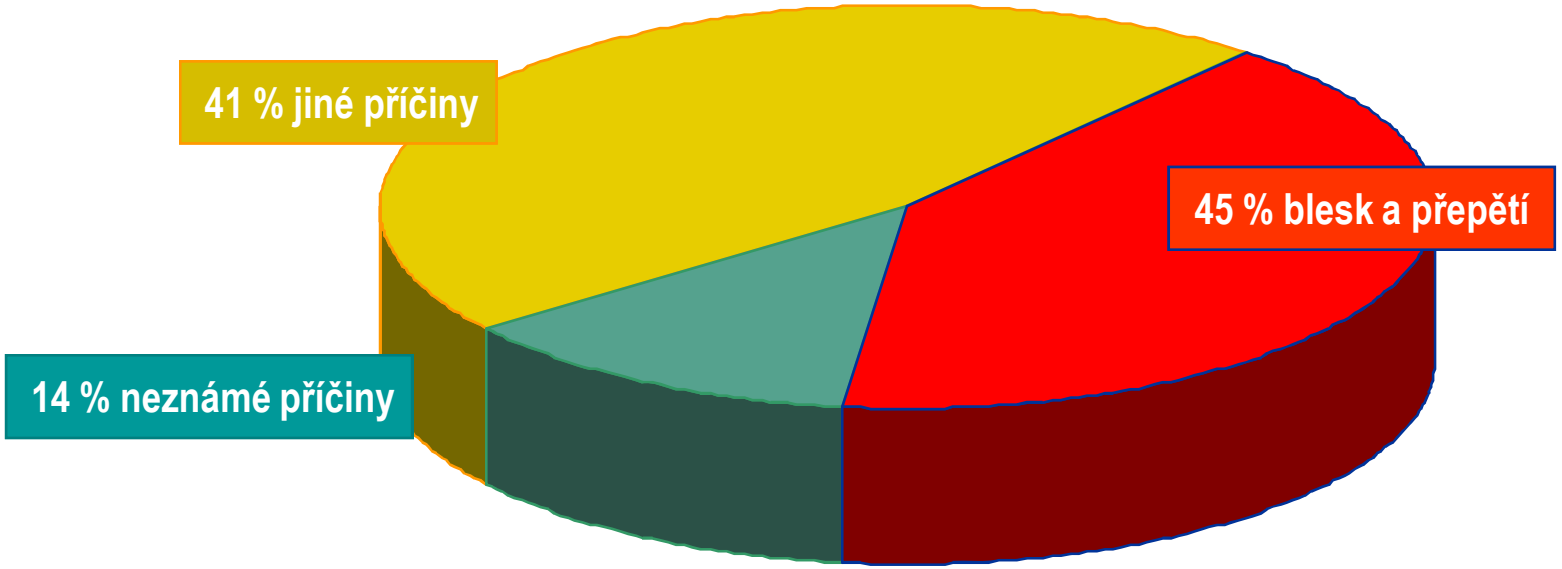
Obor	Ztráta způsobená hodinovým výpadkem
papírenství	ca. 10.000 €
pivovarnictví	ca. 10.000 €
dodavatel aut. prům.	ca. 12.500 €
elektrárna	ca. 90.000 €
aut. průmysl	ca. 250.000 €
zpracování dat	ca. 500.000 € (hodnotu ztracených dat nelze vyčíslit)

Lit.: P.- L. Könen Klöckner-Möller, Bonn, de 3/98 S.134 (2002 Umrechnung auf €)

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Pojištění domácností

Průměr škod za poslední roky



Lit: GDV e. V., Berlin 2001

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem - soubor českých technických norem

	Číslo normy	Název
ČSN EN 62305-1		Obecné principy
ČSN EN 62305-2		Řízení rizika
ČSN EN 62305-3		Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života
ČSN EN 62305-4		Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
ČSN EN 62305-5		Inženýrské sítě

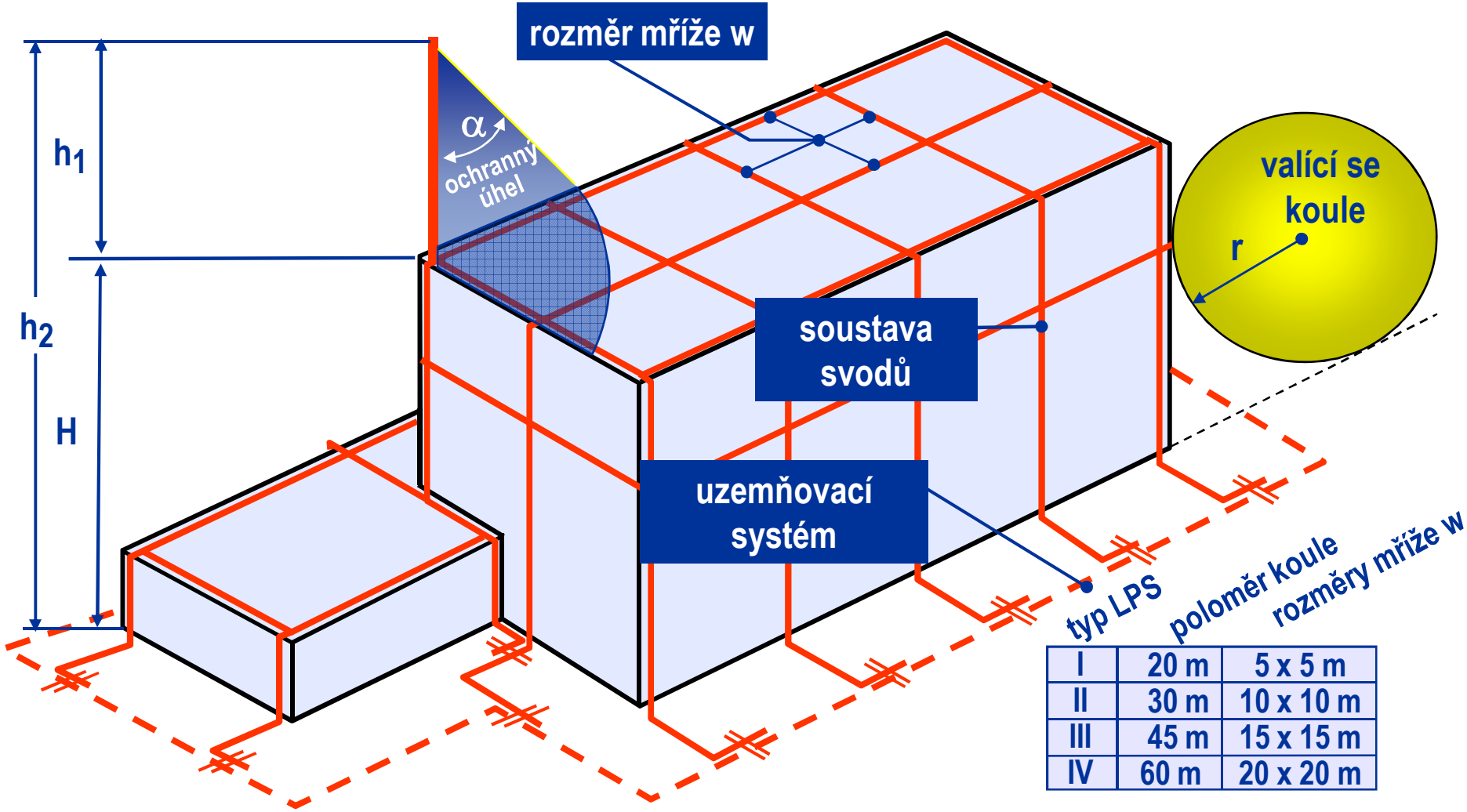
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

ČSN EN 62305 – 1 Obecné principy
Základní kritéria pro ochranu staveb a inženýrských sítí

Hladina ochrany	maximální hodnoty parametrů bleskového proudu		minimální hodnoty parametrů bleskového proudu		
	maximální vrcholová hodnota	pravděbodobnost, že skutečný blesk. proud je menší než	minimální vrcholová hodnota	pravděpodobnost že skutečný blesk. proud je větší než	poloměr valící se koule
LPL	blesk. proudu	maximální vrcholová hodnota blesk. proudu	blesk. proudu	minimální vrcholová hodnota blesk. proudu	
I	200 kA	99 %	3 kA	99 %	20 m
II	150 kA	98 %	5 kA	97 %	30 m
III	100 kA	97 %	10 kA	91 %	45 m
IV	100 kA	97%	16 kA	84 %	60 m

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

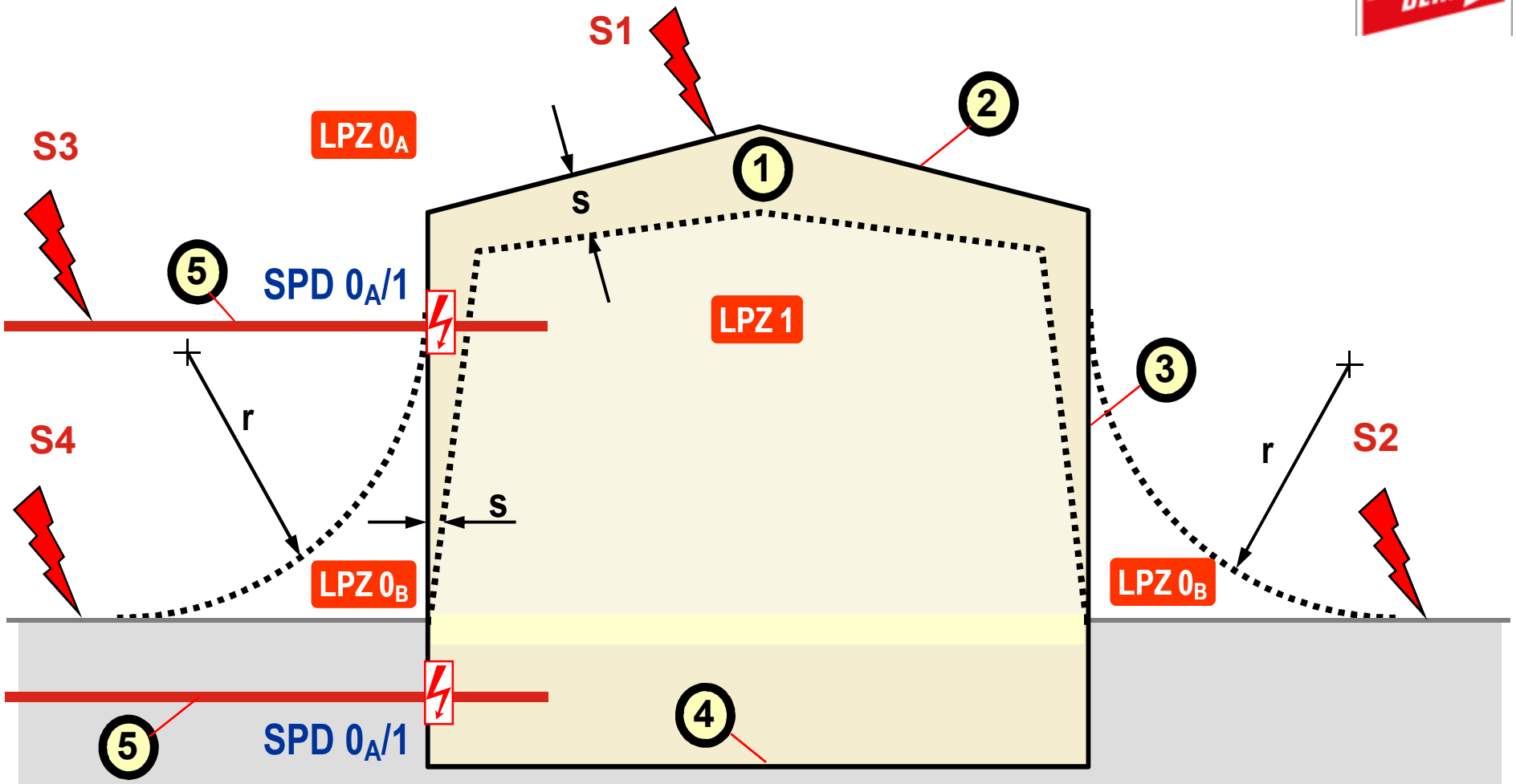
ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života
Vnější systém ochrany před bleskem (pro vysoké budovy ≥ 60 m)



typ LPS	poloměr koule	rozměry mříže w
I	20 m	5 x 5 m
II	30 m	10 x 10 m
III	45 m	15 x 15 m
IV	60 m	20 x 20 m

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

LPZ definované pomocí LPS (IEC 62305-3)
dostatečná vzdálenost

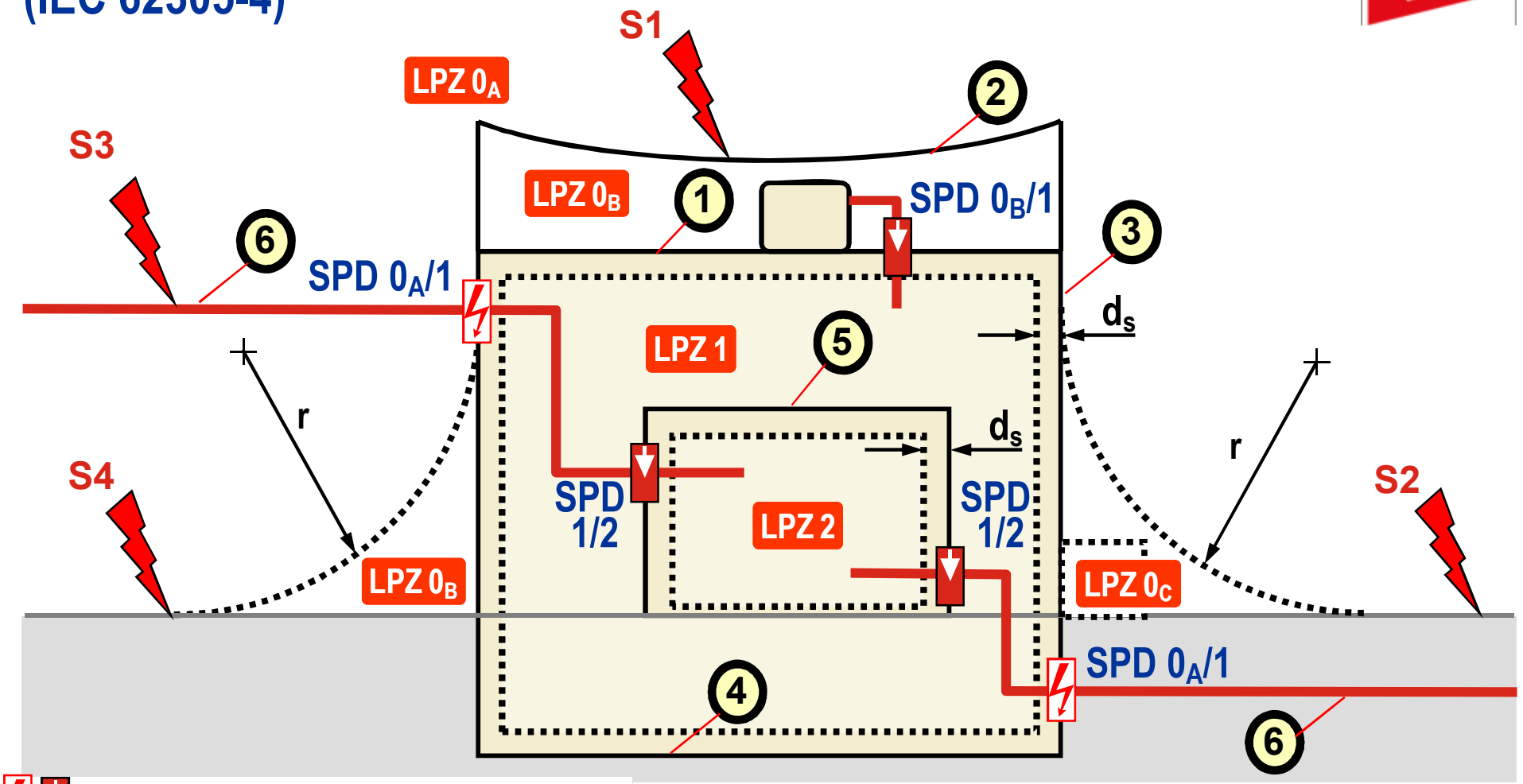


Ekvipotenciální pospojování proti blesku
proti blesku pomocí SPD Typ 1
LPZ Zóna ochrany před bleskem
SPD Přepěťové ochranné zařízení
r Poloměr valící se koule
s Dostatečná vzdálenost proti nebezpečnému jiskření

1 Stavba
2 Jímací soustava
3 Soustava svodů
4 Uzemňovací soustava
5 Vstupující inženýrské sítě

S1 Úder do stavby
S2 Úder v blízkosti stavby
S3 Úder do inženýrské sítě připojené ke stavbě
S4 Úder v blízkosti inženýrské sítě připojené ke stavbě

LPZ definované pomocí ochranných opatření proti LEMP (IEC 62305-4)



Ekvipotenciální pospojování proti blesku SPD
proti blesku pomocí SPD - Typ 1 / Typ 2
LPZ Zóna ochrany před bleskem
SPD Přepěťové ochranné zařízení
r Poloměr valící se koule
d_s Bezpečný odstup

1 Stavba (LPZ 1)
2 Jímací soustava
3 Soustava svodů
4 Uzemňovací soustava
5 Místnost (stínění LPZ 2)
6 Vstupující inženýrské sítě

S1 Úder do stavby
S2 Úder v blízkosti stavby
S3 Úder do inženýrské sítě připojené ke stavbě
S4 Úder v blízkosti inženýrské sítě připojené ke stavbě

ČSN EN 62305 - 4
Elektrické a elektronické systémy ve stavbách

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

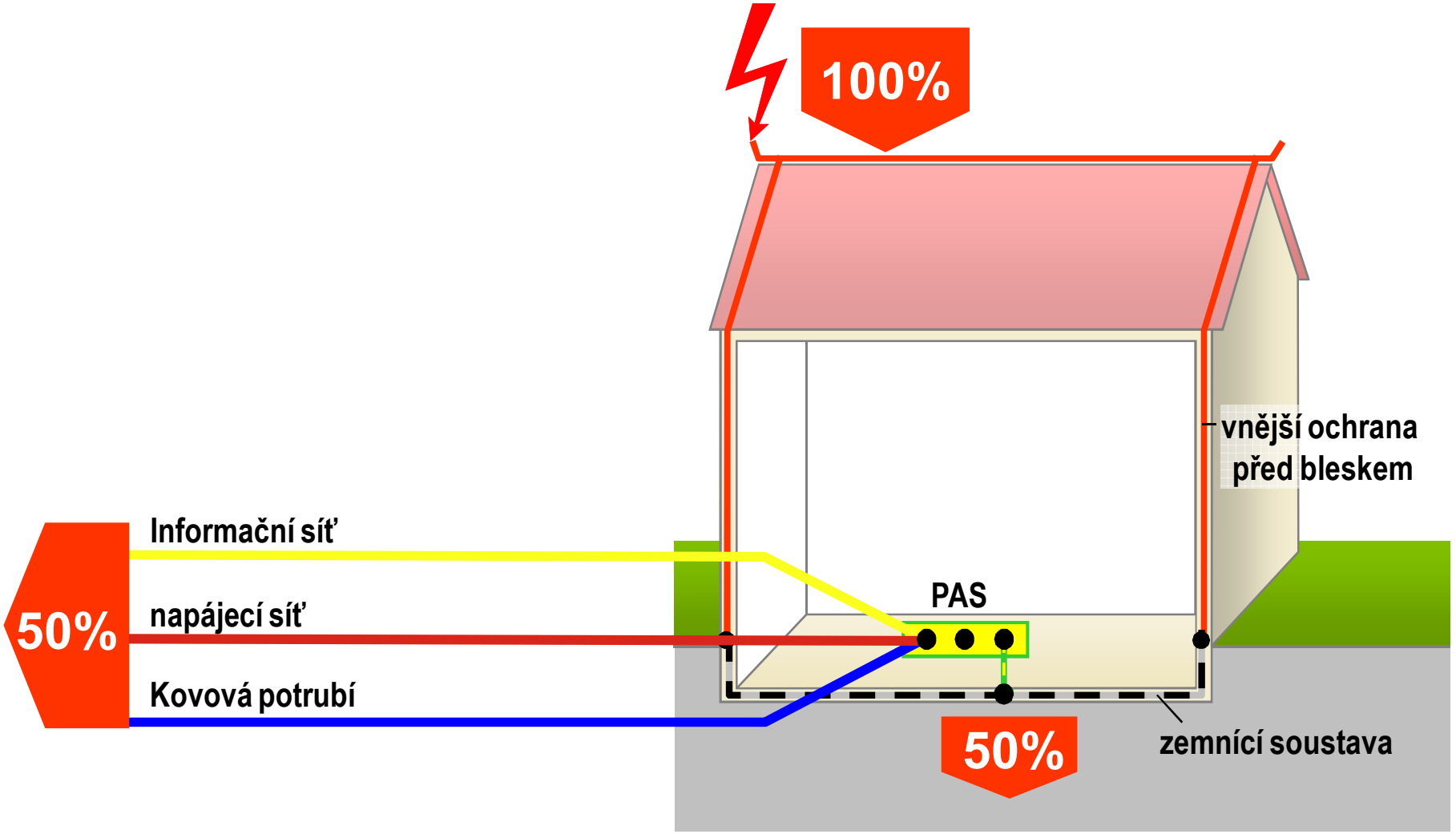
Parametry bleskového proudu

Parametr	LPL		
	I	II	III-IV
Imp. proud I (kA)	200	150	100
spec. energie W/R (MJ/Ω)	10	5,6	2,5
náboj Q_{Impuls} (As)	100	75	50
náboj $Q_{Langzeit}$ (As)	200	150	100
efektivita	98%	95%	80 - 90%

Lit.: ČSN EN 62305-1:2002-11, Tab. 4

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

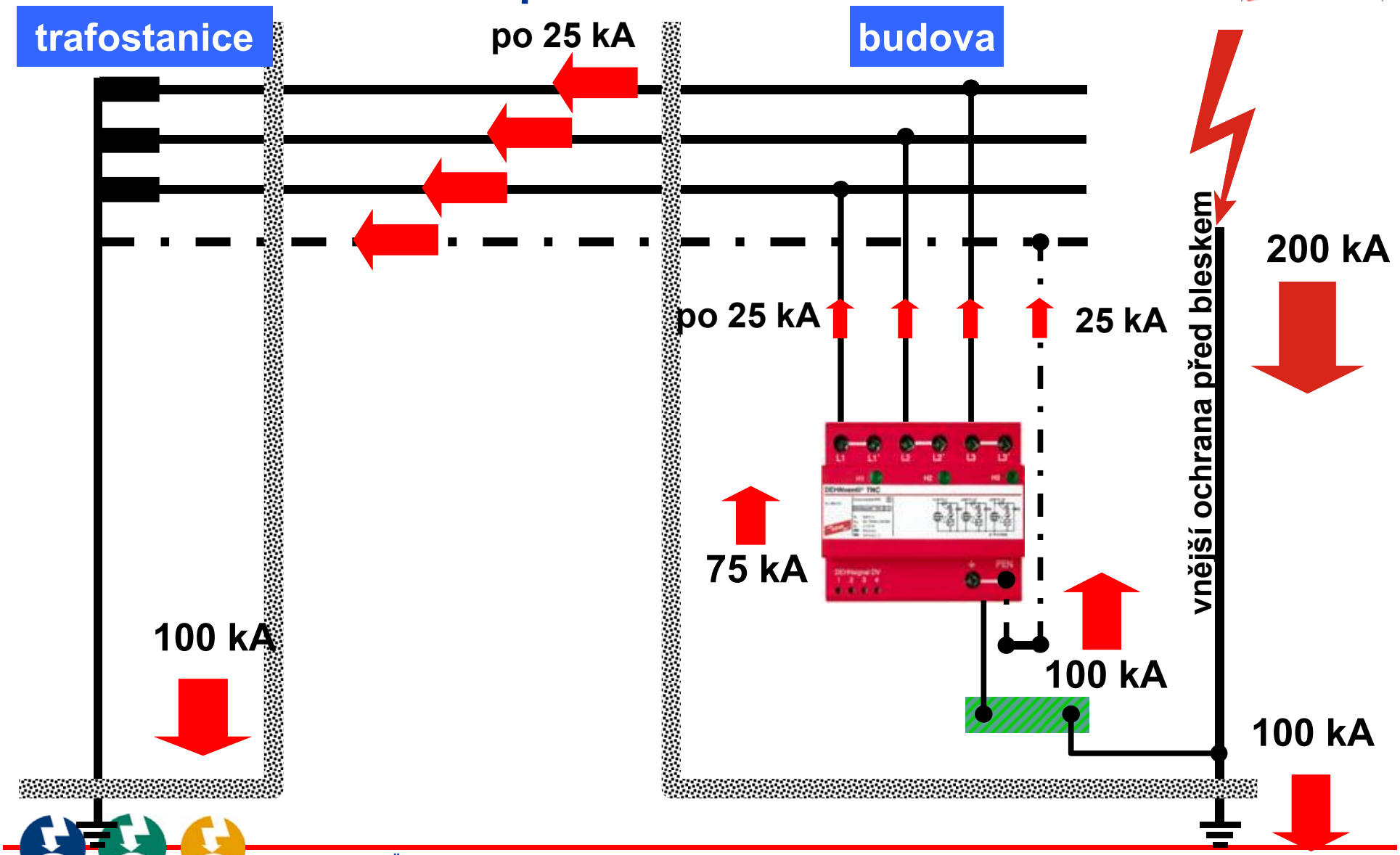
Rozdělení bleskového proudu



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

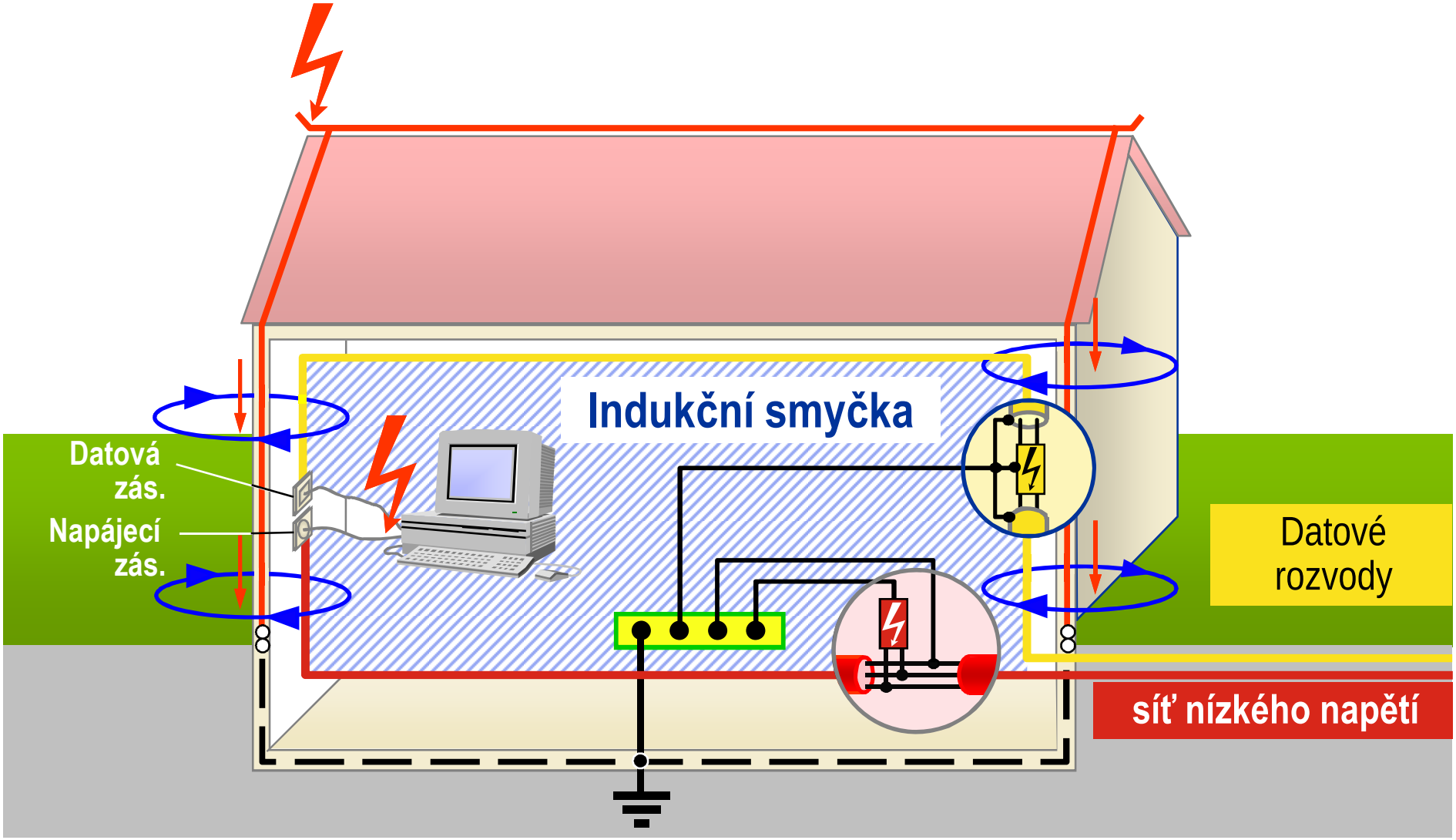
ČSN EN 62305 - 4

Rozdělení bleskového proudu DEHNventil® TNC



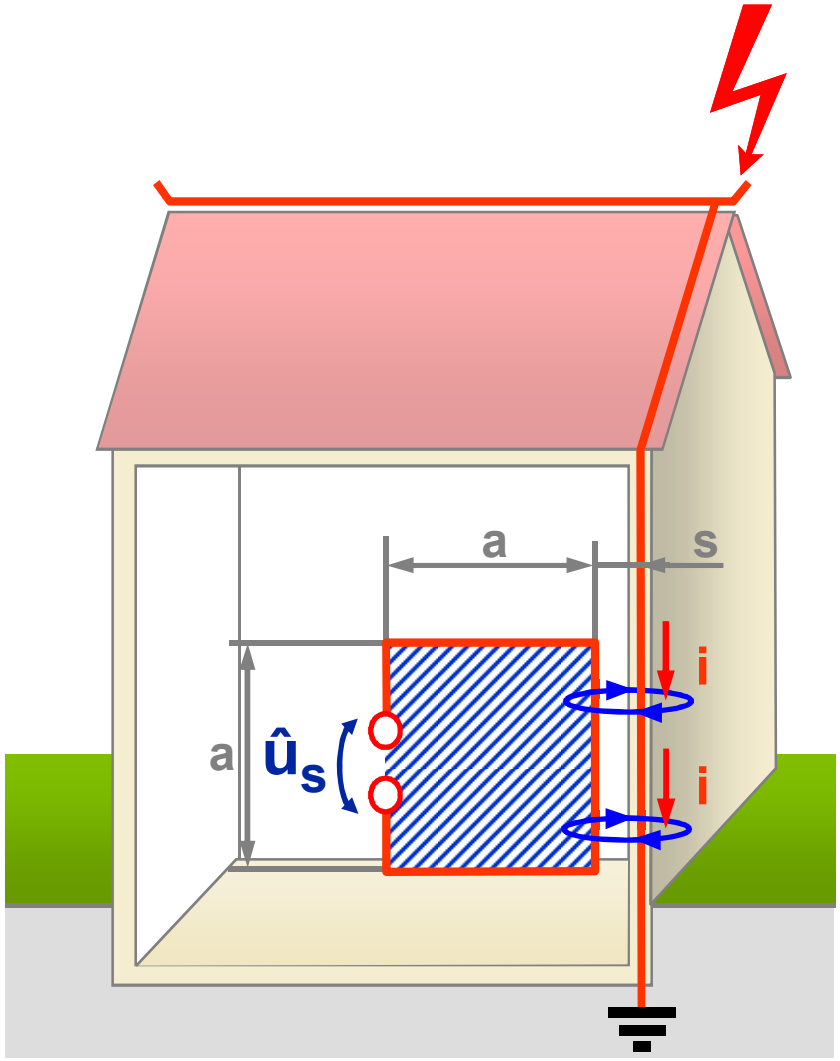
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Indukční vazba



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Maximalní indukované napětí v instalačních smyčkách



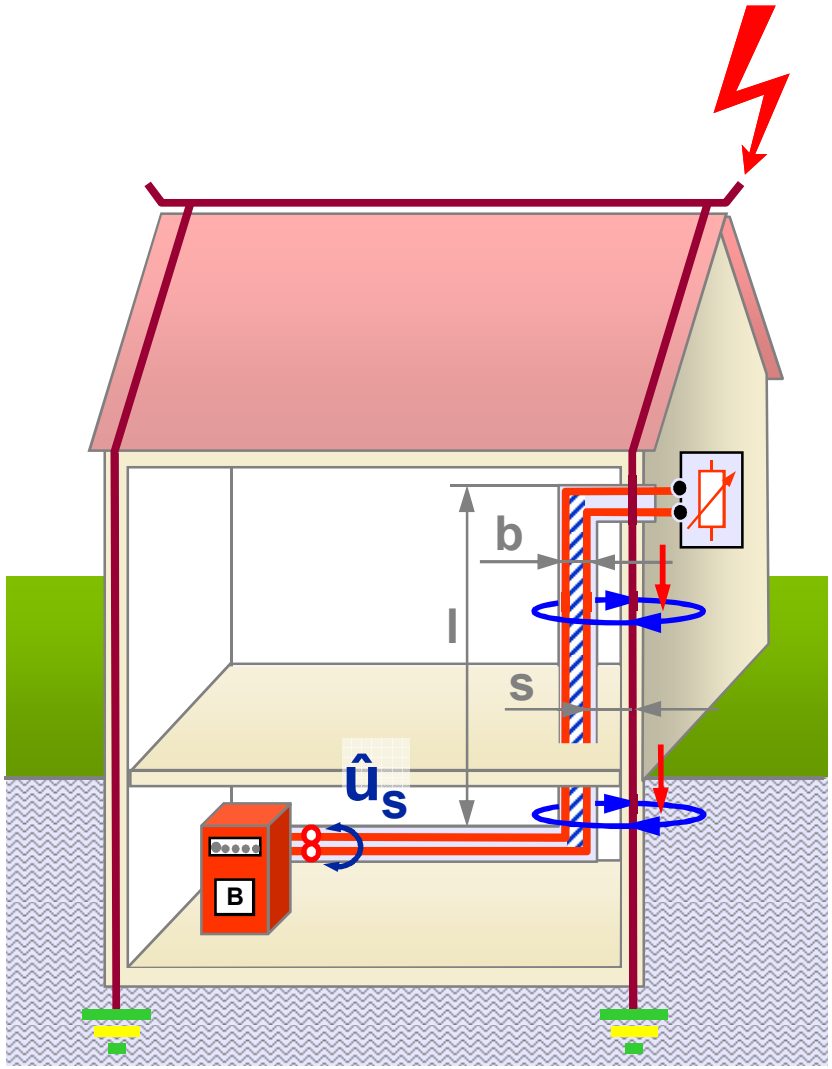
max. indukované napětí
$\hat{u}_s = k_{u2} \cdot \left(\frac{di}{dt}\right)$

Příklad		
$(di/dt)_{max.}$	rozměry	$\hat{u}_s$
100 kA/µs	a = 10 m	500 kV
	s = 1 m	
	k_{u2} = 5000 V/(kA/µs)	

k_u = koeficient přepočtu smyčky
di/dt = strmost bleskového proudu

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Sekundární účinek působení bleskového proudu - maximalní indukované napětí v instalačních smyčkách



max. indukované napětí

$$\hat{u}_s = k_{u3} \cdot l \cdot \left(\frac{di}{dt}\right)_{max.}$$

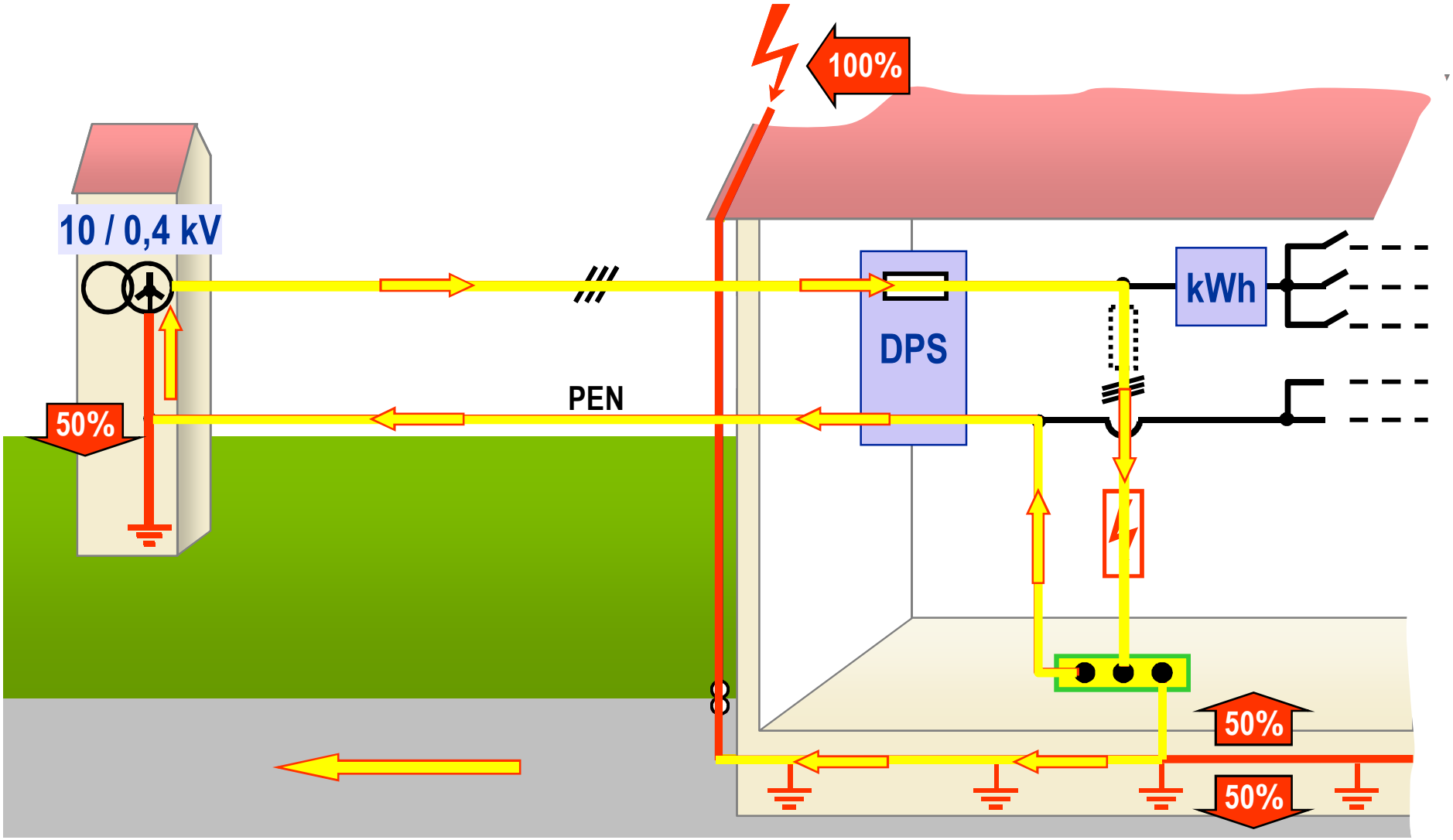
Příklad

$(di/dt)_{max.}$	rozměry	$\hat{u}_s$
100 kA/µs	b = 3 mm	600 V
	s = 1 m	
	l = 10 m	
	k_{u3} = $\frac{V}{m \cdot kA/\mu s}$ = 0,6	

k_u = koeficient přepočtu smyčky
di/dt = strmost bleskového proudu

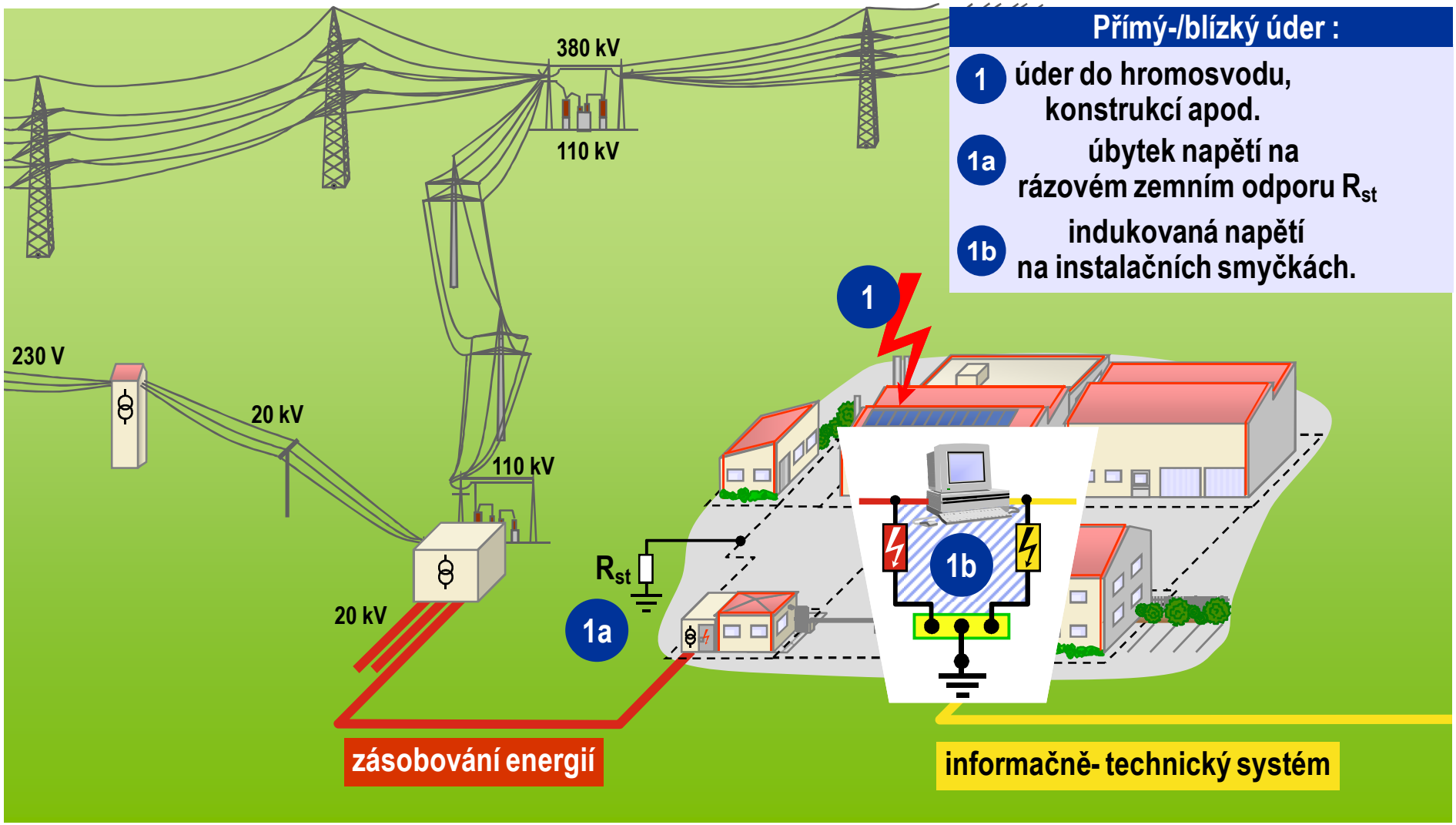
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Zatížení pojistek bleskovým a následným proudem



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Příčiny přepětí způsobených bleskem v distribuční soustavě



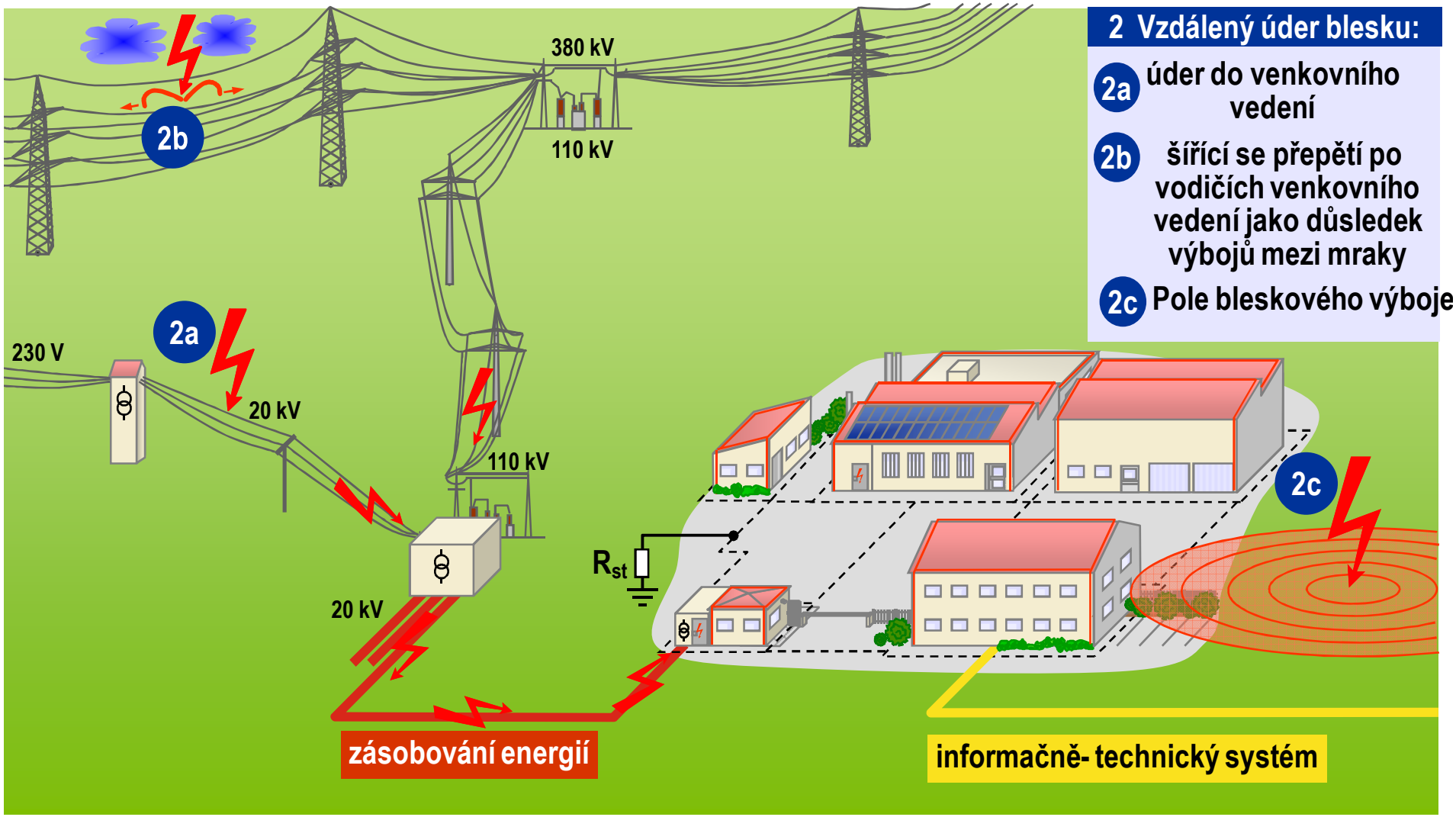
Přímý-/blízký úder :

1 úder do hromosvodu, konstrukcí apod.

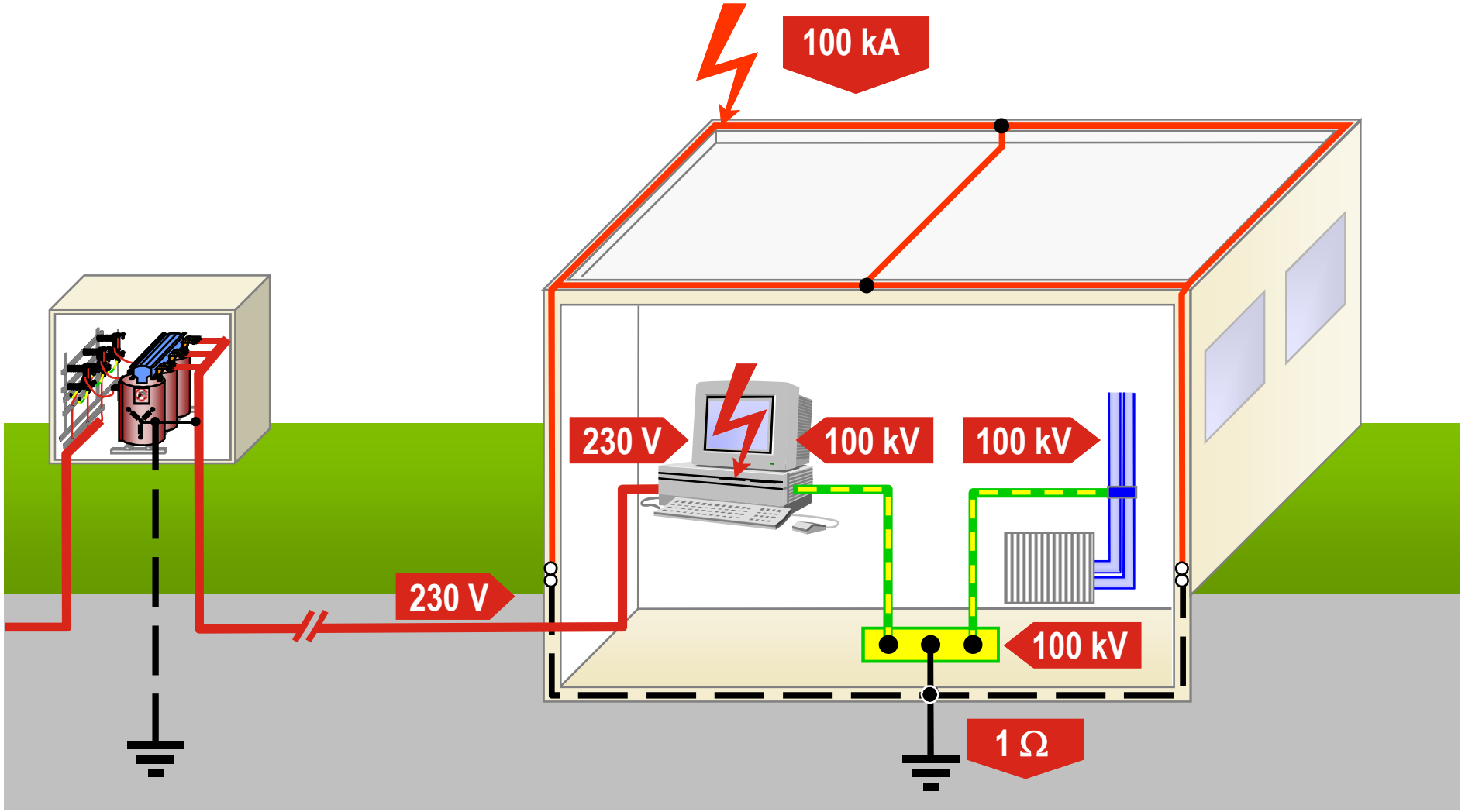
1a úbytek napětí na rázovém zemním odporu R_{st}

1b indukovaná napětí na instalačních smyčkách.

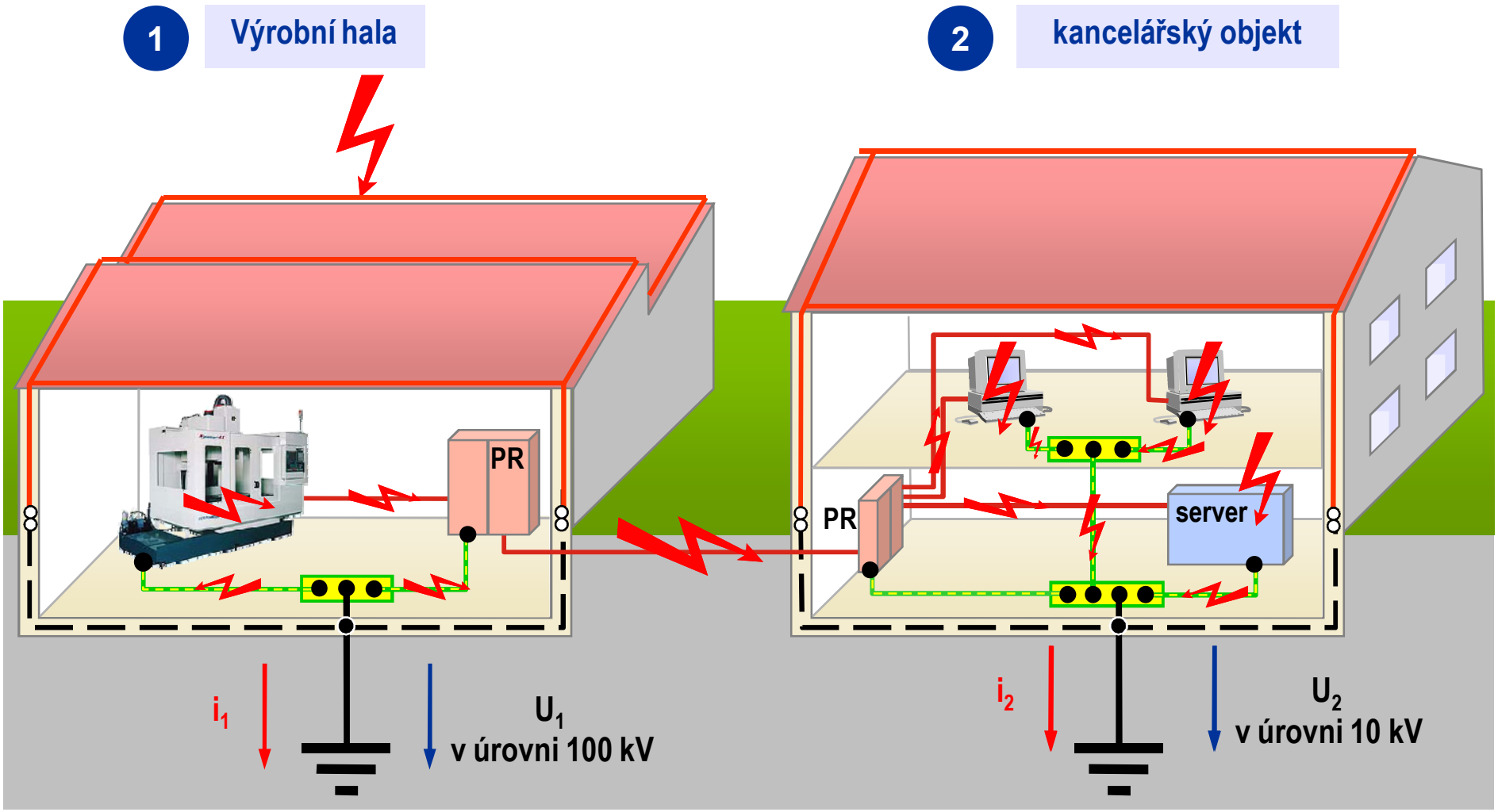
Příčiny přepětí způsobených bleskem v distribučním vedení



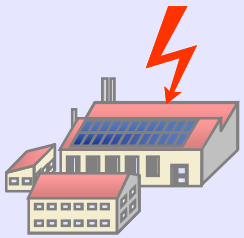
Galvanická vazba
přepětí od blesku v budově



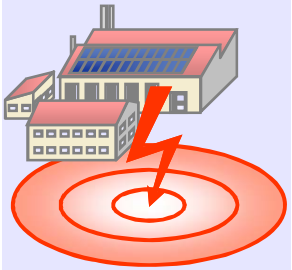
Při úderu blesku do budovy 1
jsou škody od přepětí v budovách 1 a 2



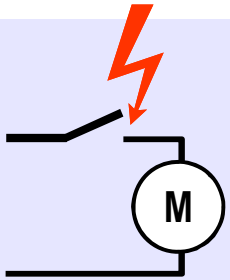
Účinky na elektroinstalaci
Příčiny přepětí



Přímý úder blesku (LEMP)
- Galvanická vazba
- induktivní/kapazitní vazba



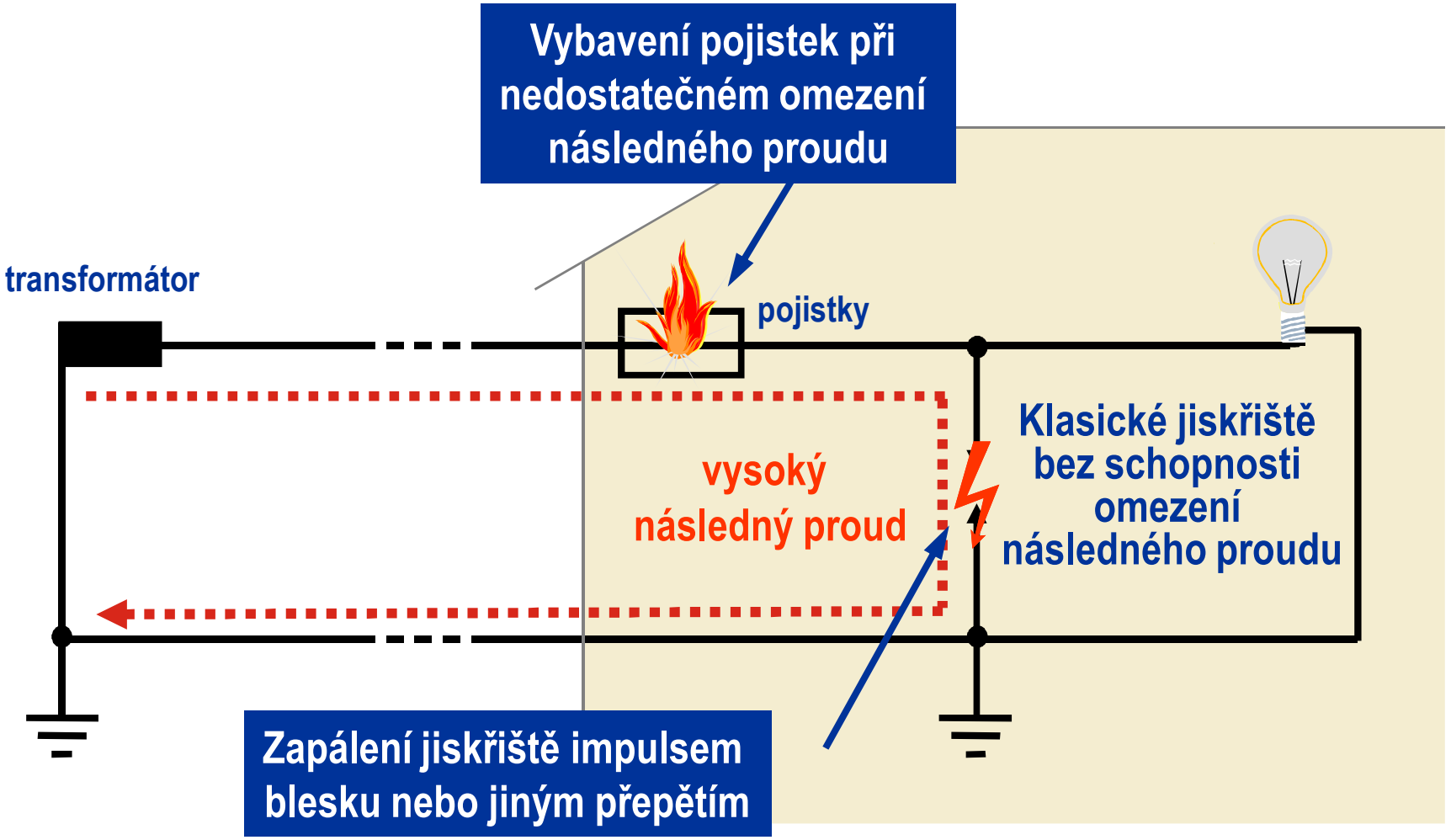
Nepřímý úder blesku
- Zavlečení Část i blesk. proudu
- induktivní/kapazitní vazba



Přepětí (SEMP)
- Spínací přepětí
- Zkraty
- Vybavení pojistek
- Paraelní vedení napájecích a sdělovacích vodičů.

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

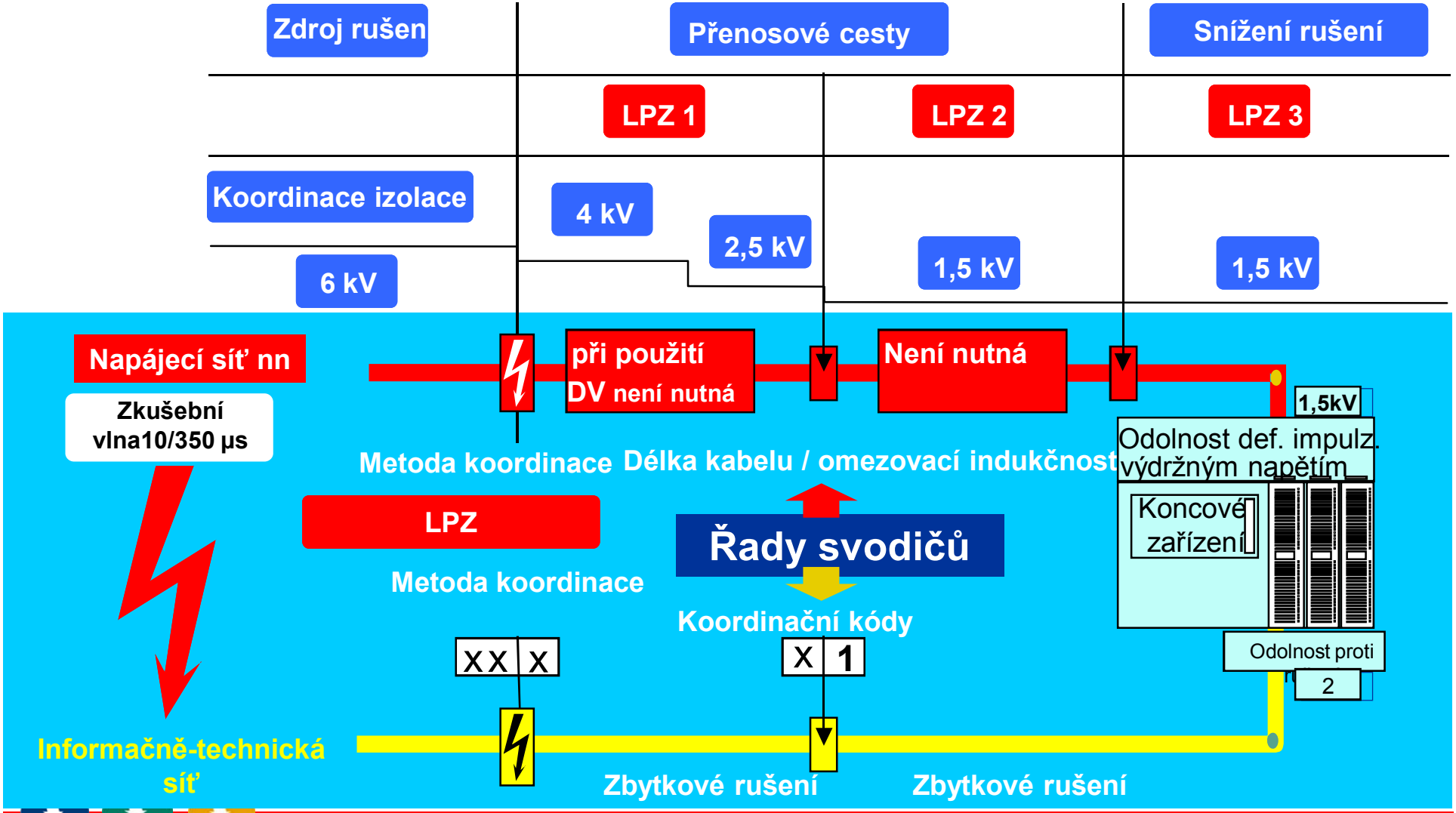
Při nedostatečném omezení následného proudu není záruka nepřerušných dodávek energie



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

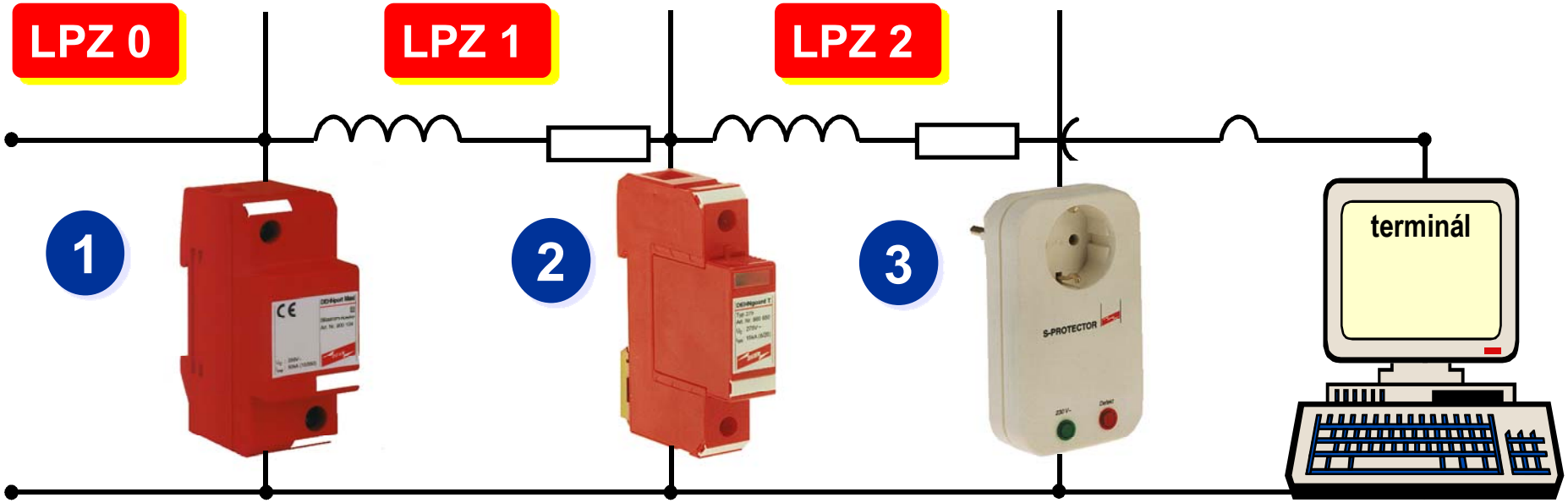
ČSN EN 62305 - 4

koordinace nasazení svodičů bleskových proudů a svodičů přepětí



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

ČSN EN 62305 - 4 ochranná sada pro napájecí systémy na rozhraní zón bleskové ochrany (LPZ)



svodič bleskových proudů	svodič přepětí	svodič přepětí	koncové zařízení
ČSN EN 62305-4 ČSN EN 61643-11 10/350 µs	ČSN EN 62305-4 ČSN EN 61643-11 8/20 µs	ČSN EN 62305-4 ČSN EN 61643-11 1,2/50 µs; 8/20 µs hybridní generátor	ČSN EN 61000-4-5 1,2/50 µs; 8/20 µs hybridní generátor
$\hat{i}, Q, \frac{W}{R}$			

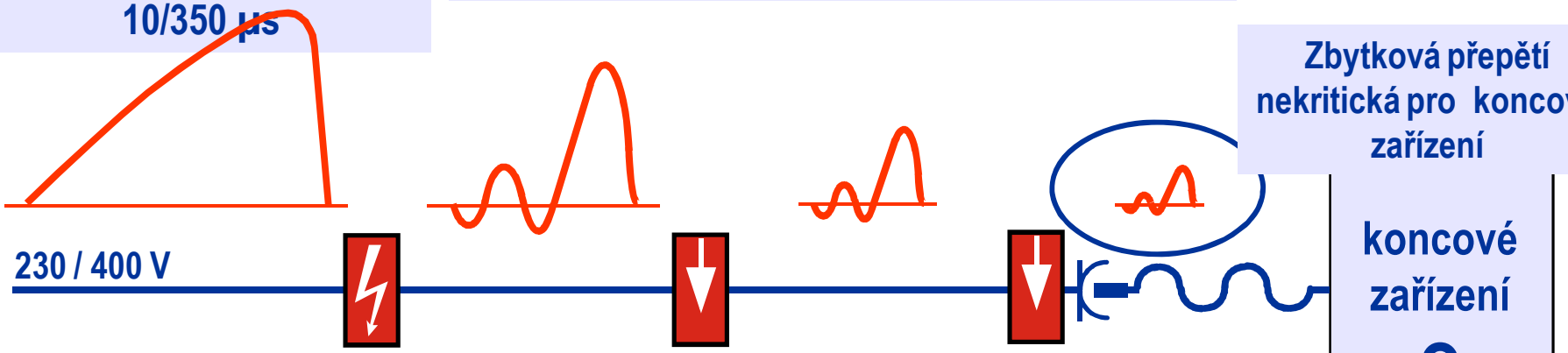
© 2004 DEHN + SÖHNE

Energetická koordinace přepěťových ochranných zařízení (SPD)

Vstup:
Impulsní bleskový proud 10/350 µs

Zbytkové přepětí impulsní proud 8/20 µs

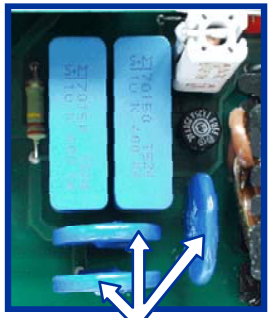
Zbytková přepětí nekritická pro koncové zařízení



DEHNbloc® Maxi

DEHNguard®

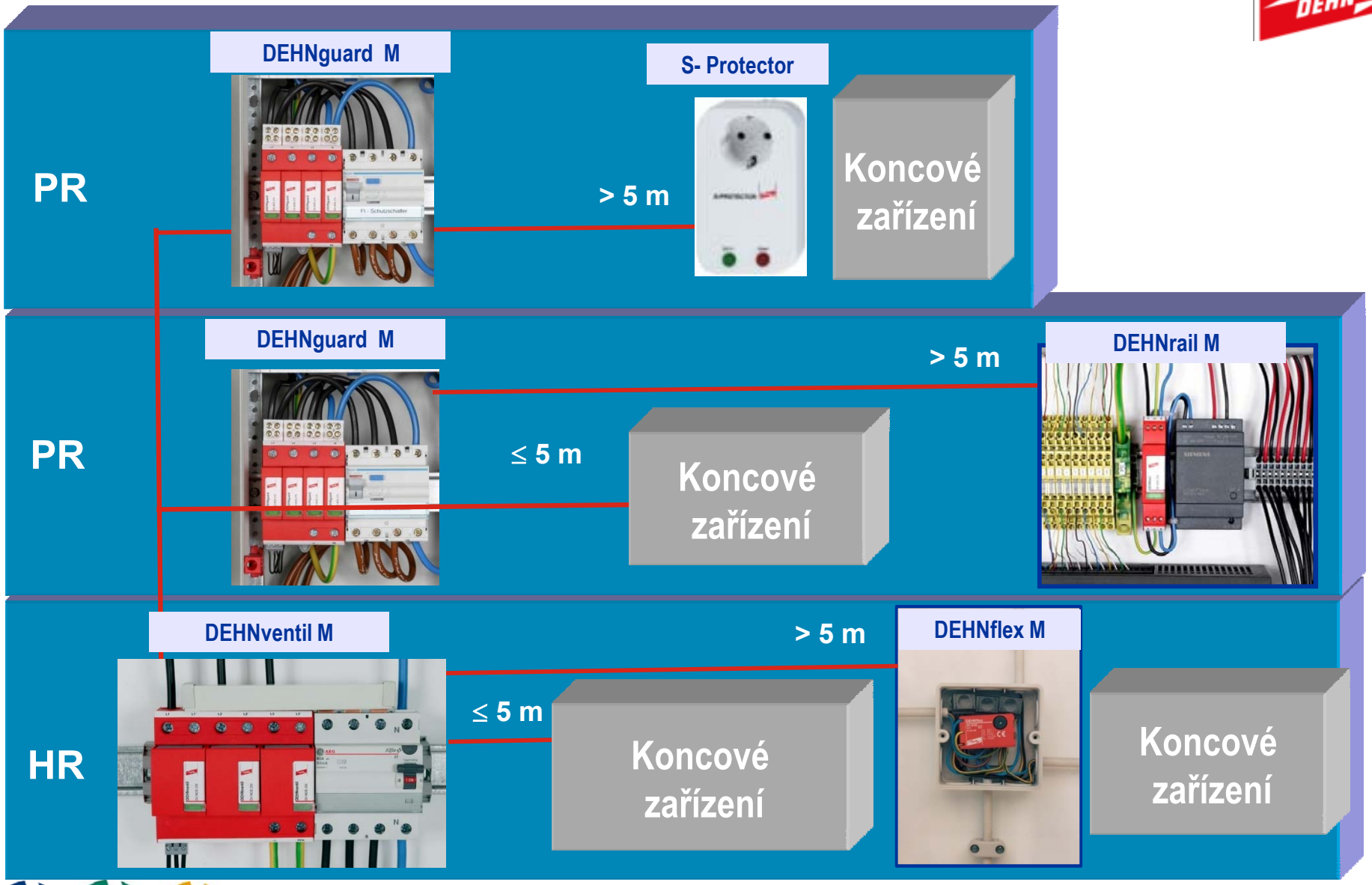
DEHNsafe



Varistor S 20 K 275

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

DEHNventil M - koordinace

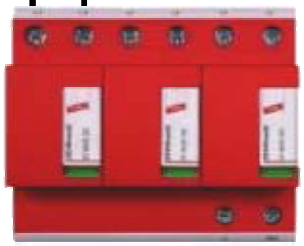


© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Výběr svodiče bleskových proudů / kombinovaného svodiče dle jeho použití

elektroměr / hlavní rozváděč	podružnužný rozváděč	nap. místo

příklad 1



Kombinovaný svodič

DEHNventil M TNC
DV M TNC 255
Obj.č.951 300

příklad rodinný dům Bez dalších PR

NSM-Protector Obj.č.924 335

příklad 2

koordinovaný svodič bleskových proudů

DEHNbloc Maxi
DBM 1 255 L
Obj.č.900 026

Není potřeba Kordinační indukčnost

DEHNguard S
DG S 275
Obj.č.952 070

NSM-Protector Obj.č.924 335

příklad 3

Svodič bleskových proudů

DEHNbloc
DB 1 255 H
Obj.č.900 222

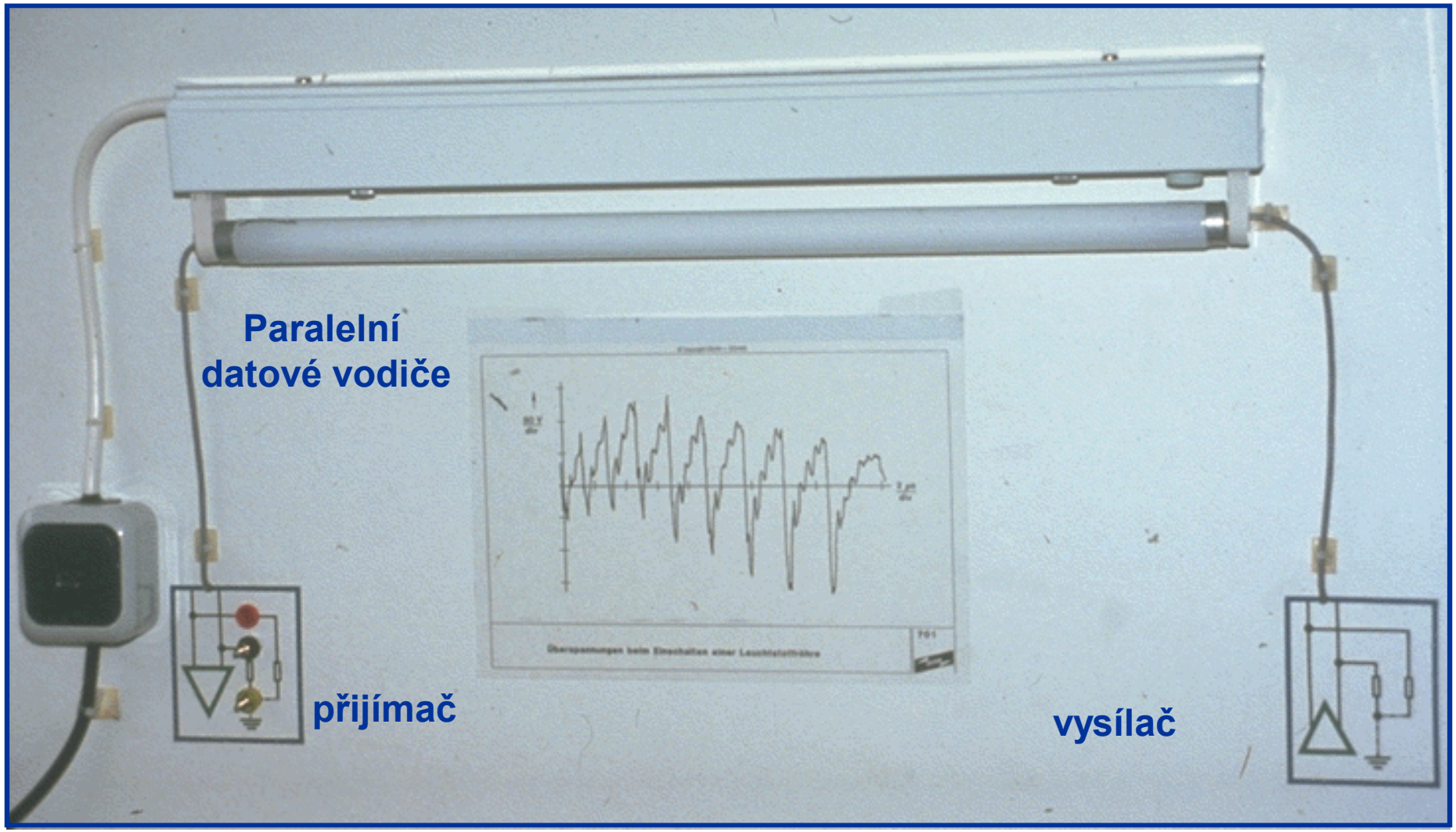
15m Délka vodiče
nebo **DEHNbridge**
DBR 35
Obj.č.900 121

DEHNguard S
DG S 275
Obj.č.952 070

NSM-Protector Obj.č.924 335

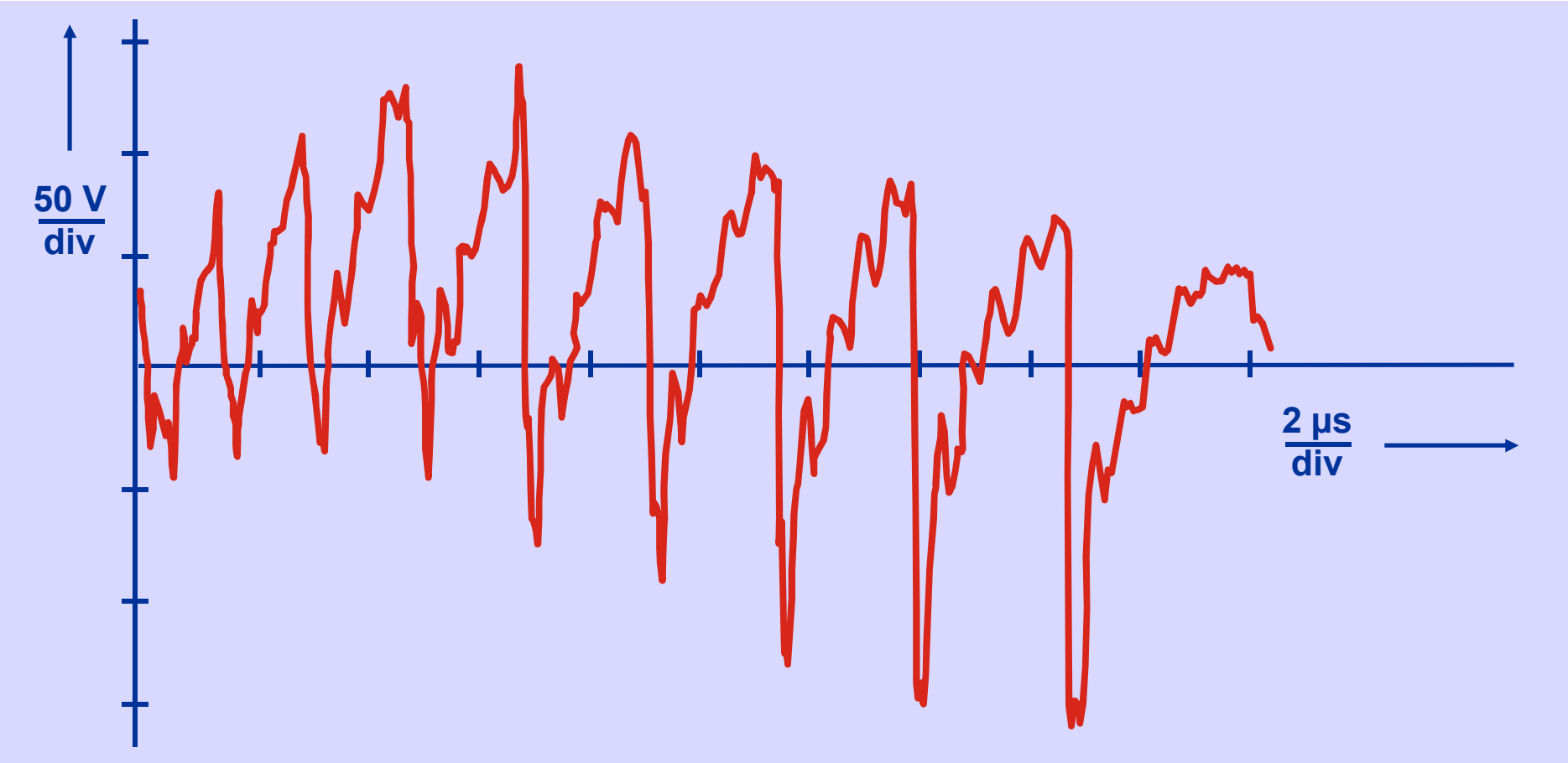
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Spínací přepětí - pokus



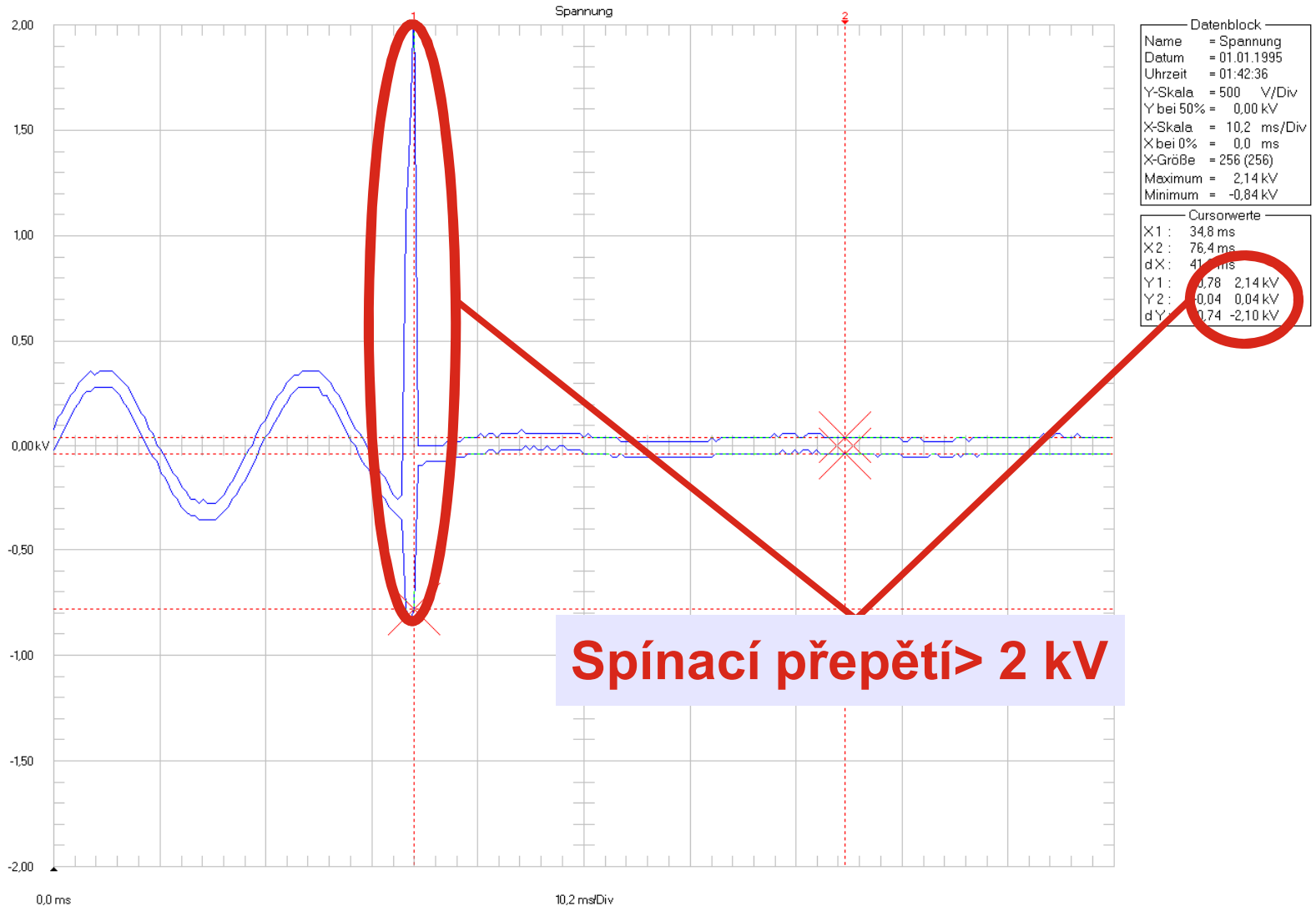
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Přepětí při zapínání zářivky



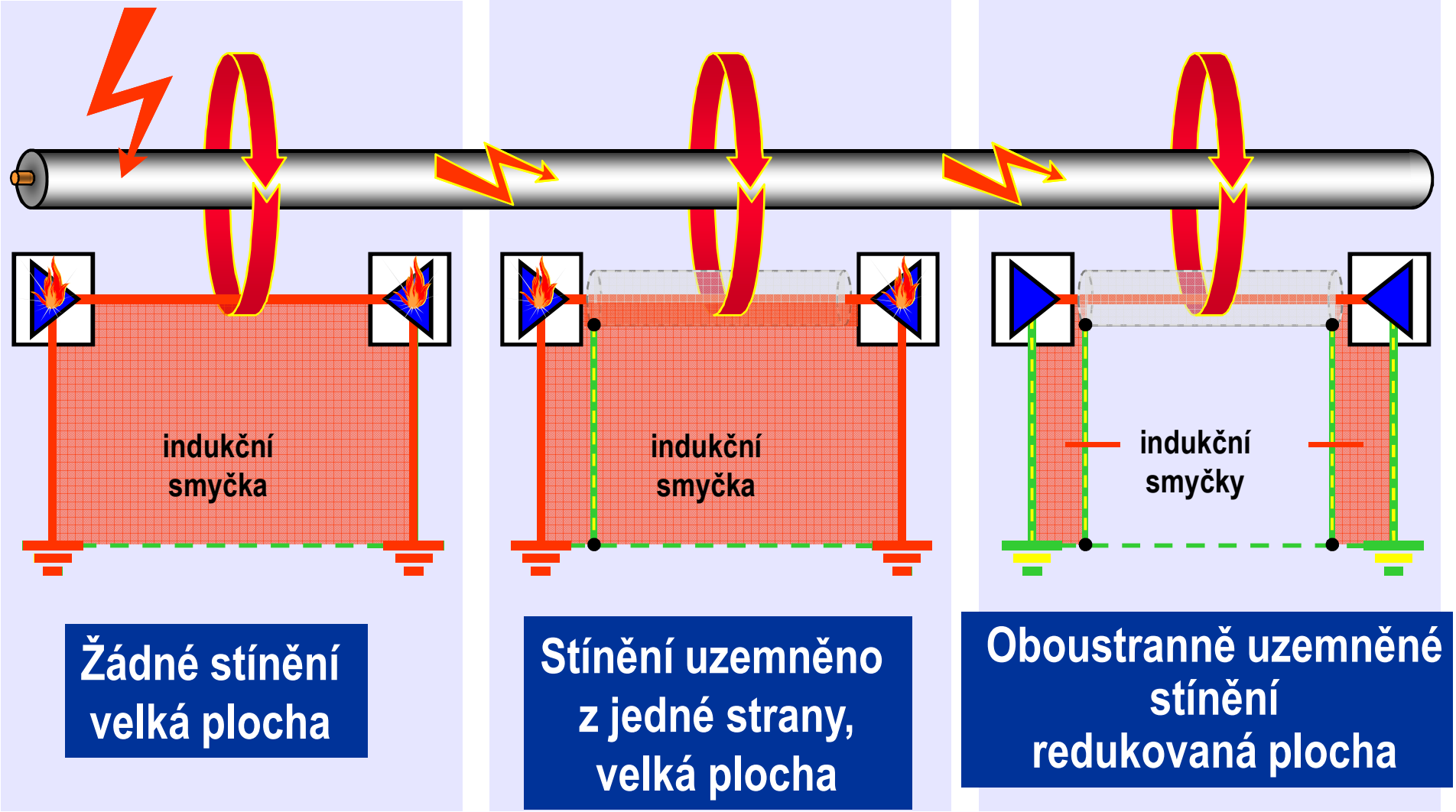
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Spínací přepětí odpojení ventilátoru



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Indukční vazba
(nepřímé účinky blesku, spínací jevy)

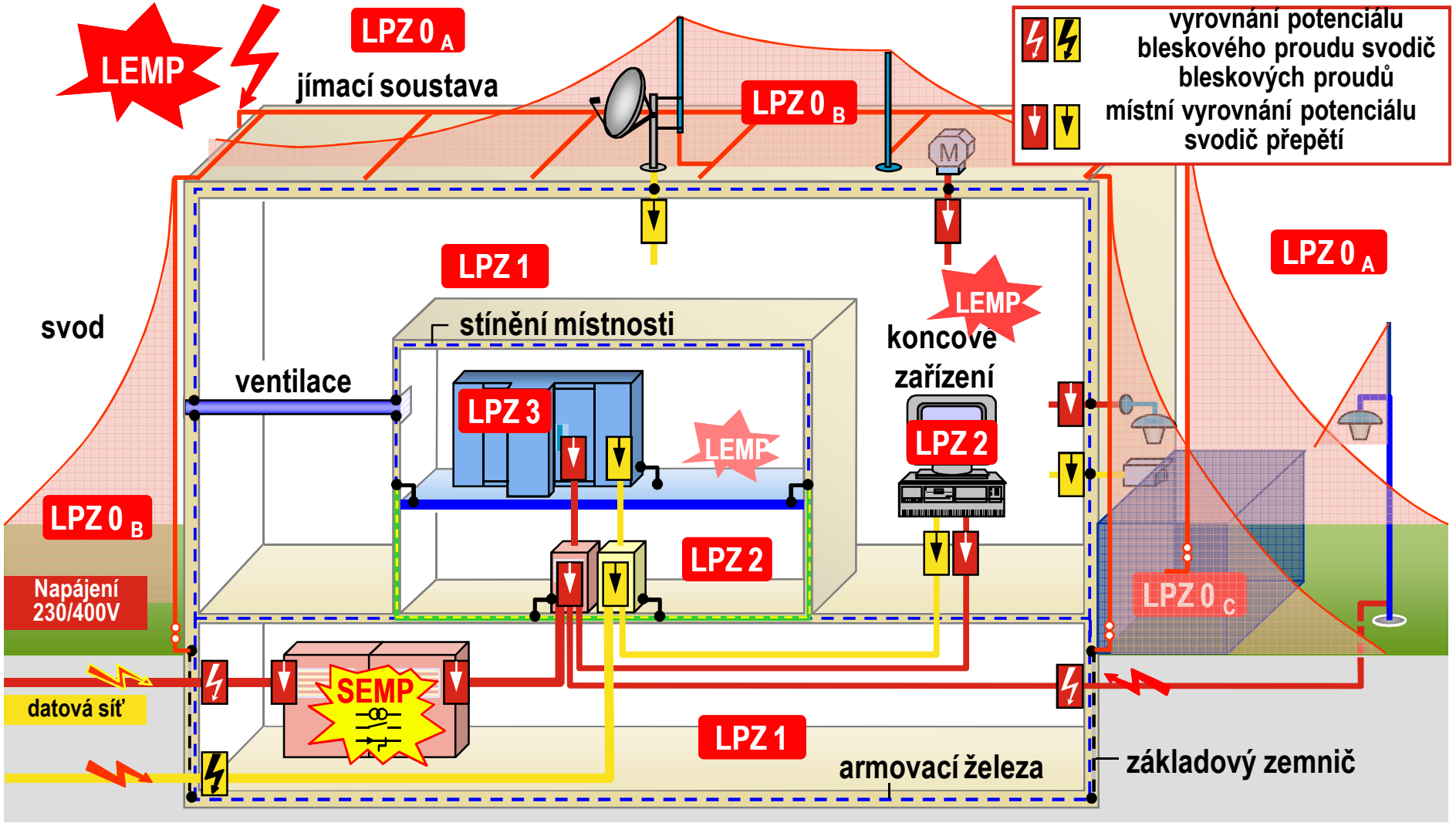


© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

EMC
koncepce zón ochrany před bleskem

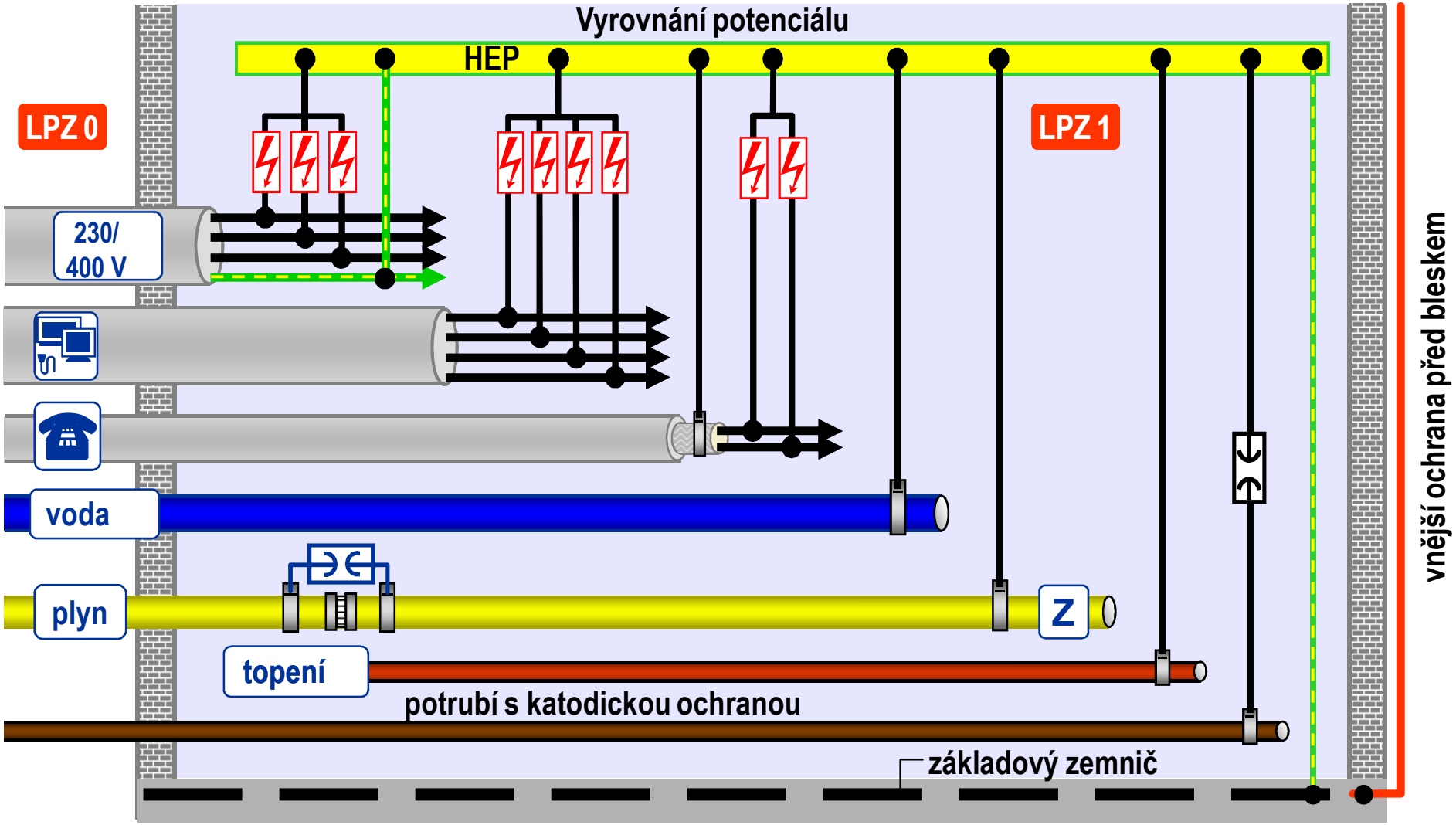
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

EMC
koncepce zón ochrany před bleskem



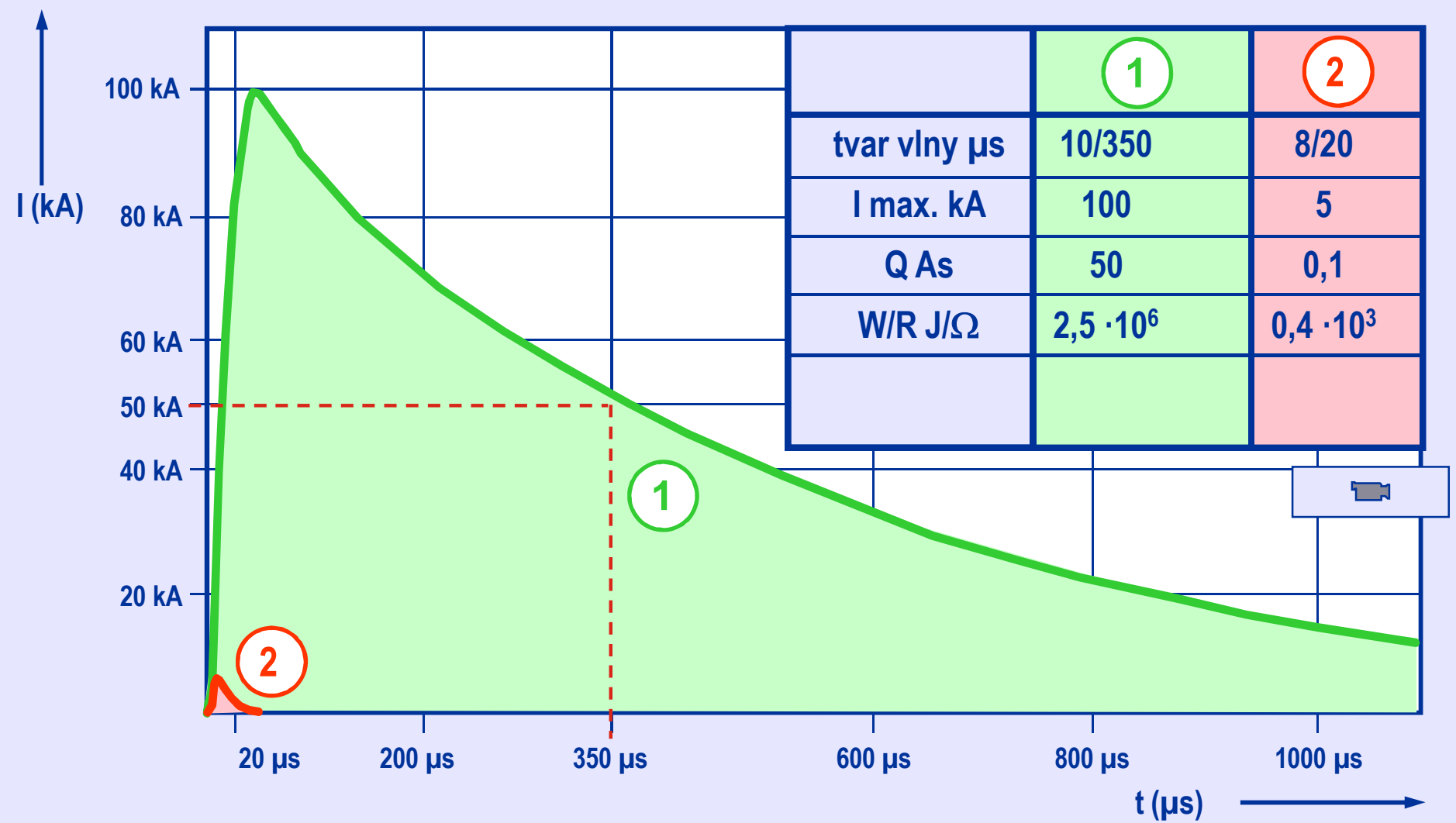
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Vyrovnání potenciálu bleskového proudu na vstupujících vodičích



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

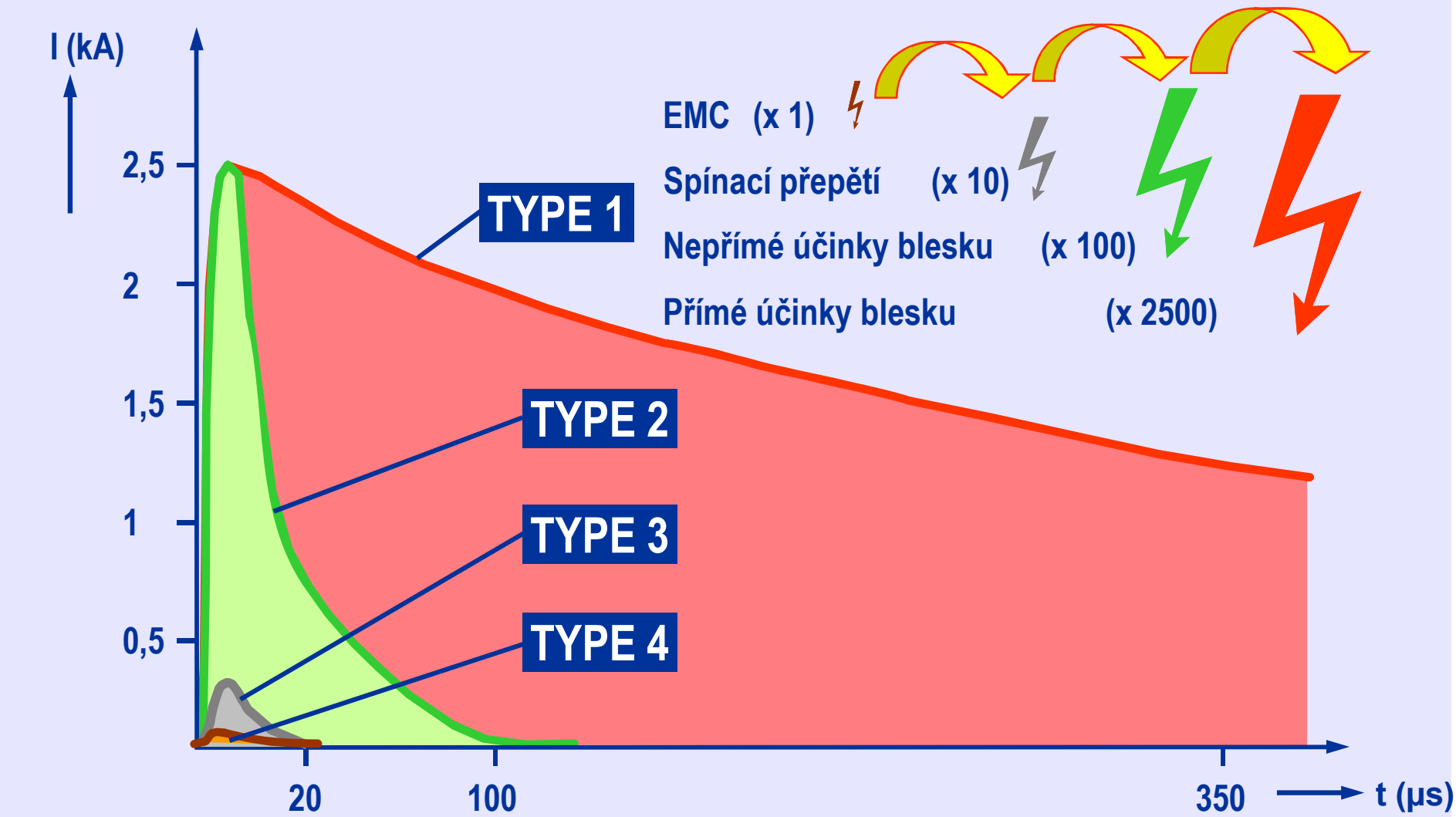
Srovnání zkušebních vln



	1	2
tvar vlny µs	10/350	8/20
I max. kA	100	5
Q As	50	0,1
W/R J/Ω	$2,5 \cdot 10^6$	$0,4 \cdot 10^3$

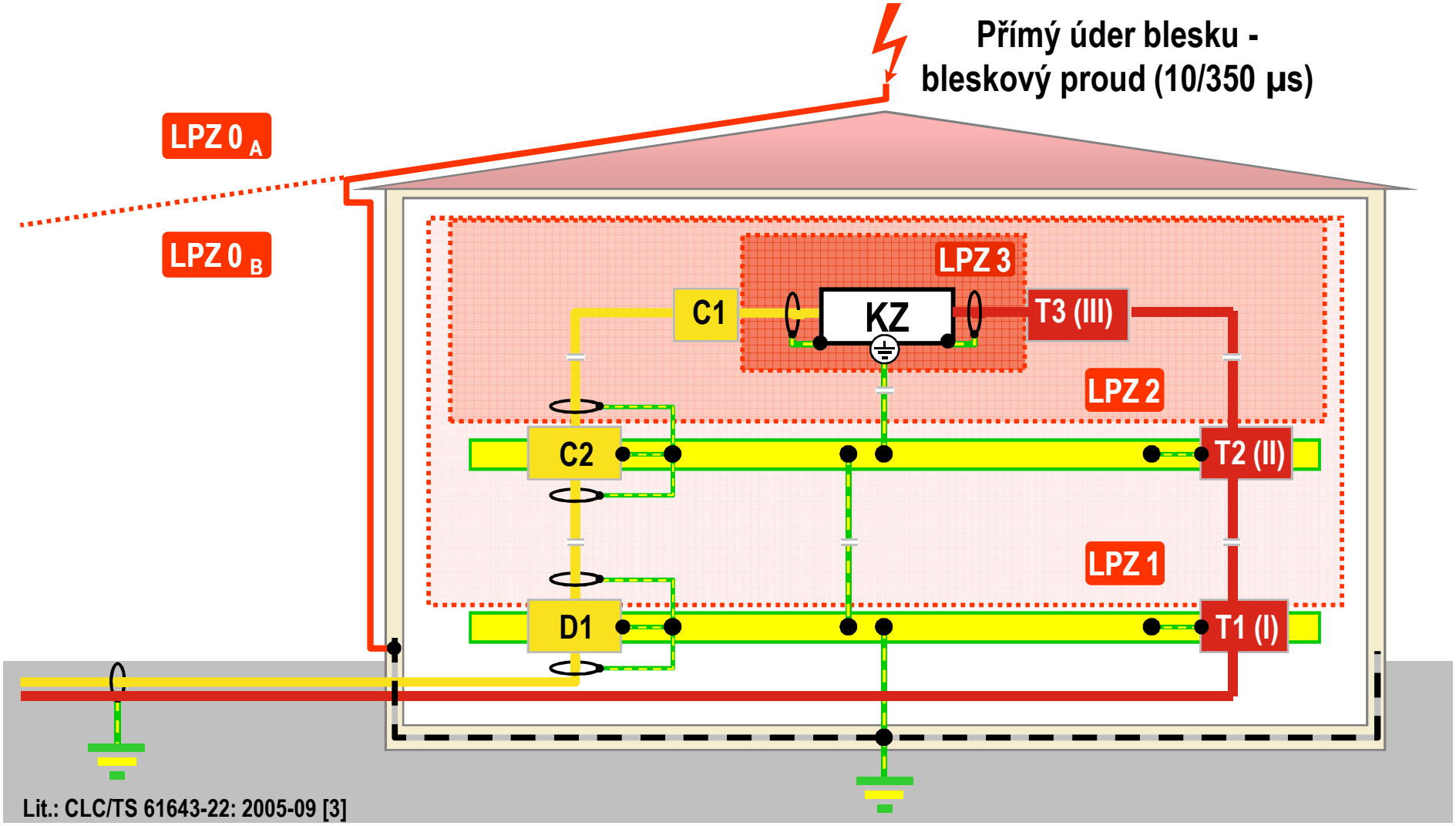
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Třídy svodičů Yellow / Line
ohrožení (8/20) nebo (10/350)



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

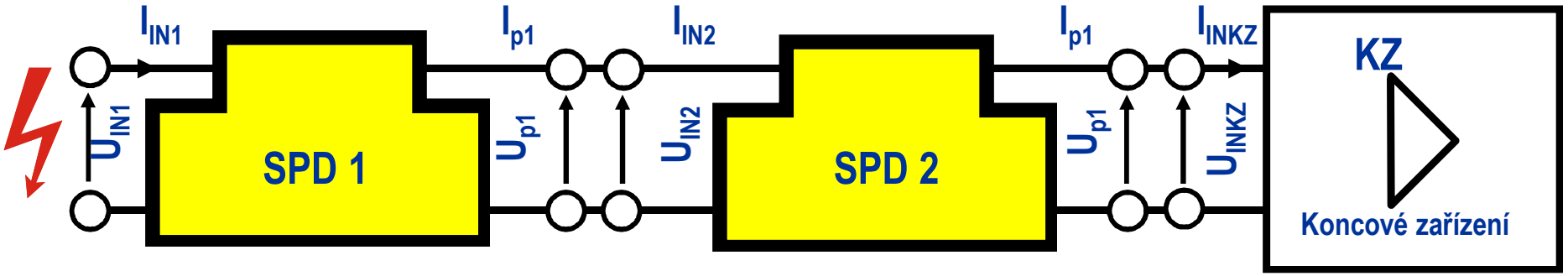
Příklad instalace přepěťových ochran dle koncepce zón ochrany před bleskem LPZ



Lit.: CLC/TS 61643-22: 2005-09 [3]

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Koordinace mezi svodičem - svodičem – koncovým zařízením dle CLC/TS 61643-22: 2005-9 [3]



Poznámka:

U_{IN2}, U_{INKZ} napětí naprázdno generátoru

I_{IN2} , I_{INKZ} proud nakrátko generátoru

U_p ochranná úroveň

I_p propustnost impulsního proudu

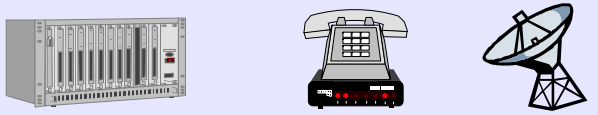
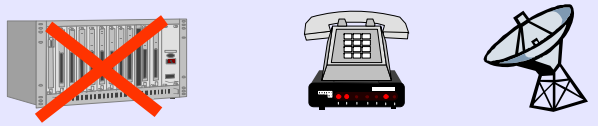
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Třídy svodičů Yellow / Line (celkové zatížení)

kategorie	symbol	Tvar vlny
D1 →	TYPE 1	5 kA (10/350 µs)
C2 →	TYPE 2	5 kA (8/20 µs)
C1 →	TYPE 3	0,5 kA (8/20 µs)

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

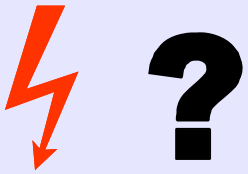
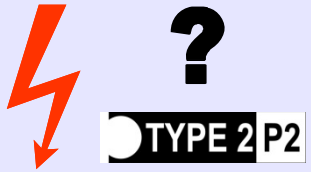
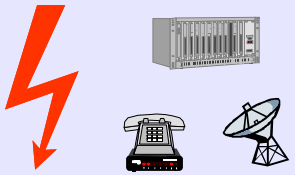
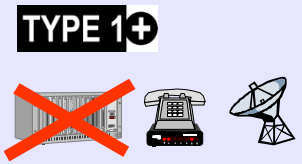
Význam označení u svodičů Yellow / Line
Ochranná úroveň pro koncová zařízení P1 - P4 (ČSN EN 61000-4-5)

symbol	třída / $U_{zkuš.}$	ochranné působení	příklady
P1	1 / (0,5 kV)	univerzální	
P2	2 / (1 kV)	pro koncové přístroje s vylepšenou odolností	
P3 P4	3 / (2 kV) 4 / (4 kV)	pouze pro velmi robustní zařízení	
Žádný symbol		bez deklarovaných vlastností	?

V jednotlivých případech může být odolnost koncových zařízení odlišná !

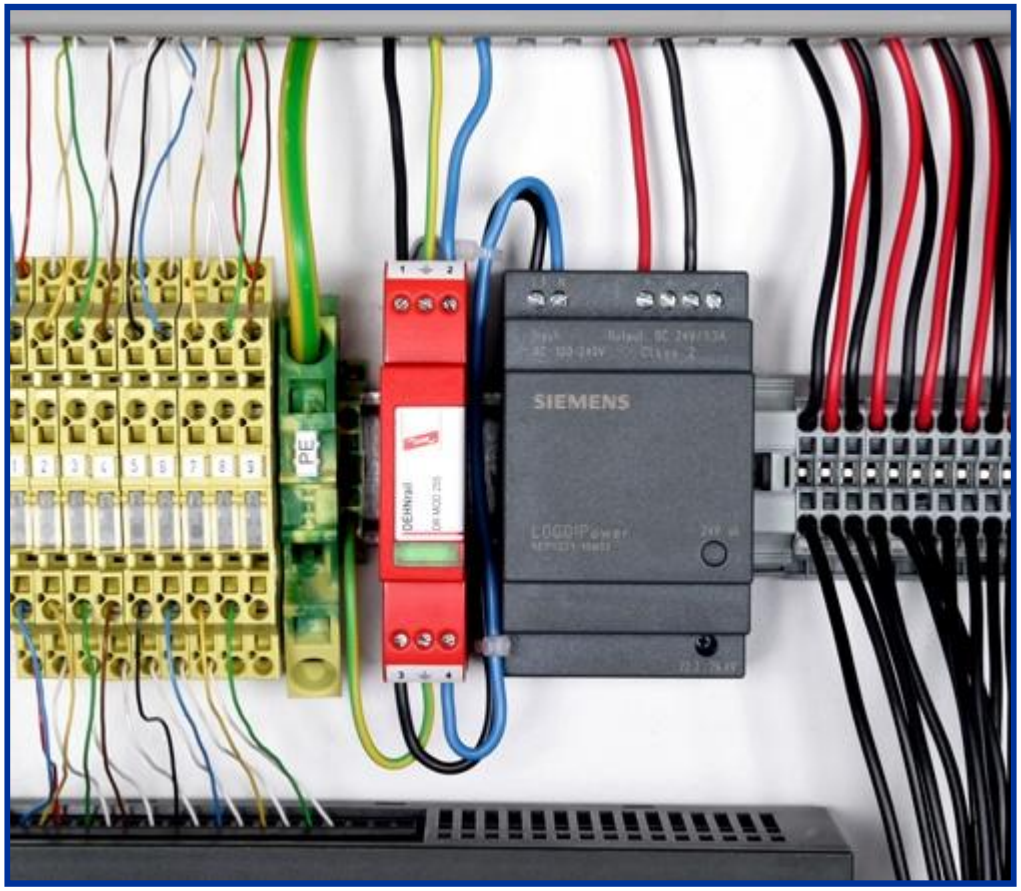
© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Třídy svodičů Yellow / Line
Příklady

Třídy svodičů- označení Y/L	Význam	
TYPE 1		Svodič bleskových proudů, dostatečný ochranný účinek? Není koordinovatelný s následnými svodiči.
TYPE 1+		Svodič bleskových proudů, dostatečný ochranný účinek? Je koordinovatelný s následnými svodiči.
TYPE 1 P1		Kombinovaný svodič, svodič bleskového proudu vhodný pro ochranu koncových zařízení.
TYPE 2 P2		Svodič přepětí pro ochranu koncových zařízení, svodič bleskového proudu je zapojen před svodičem přepětí.

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Nová Red/Line
Použití - DEHNrail Obj.č.953 200



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Svodič přepětí, Typ 3
pro nasazení v rozváděčích

SPS - Protector

DEHNrail modular (FM)

DEHNrail 230 3N FML

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Svodič přepětí typu 2 (třídy C) DEHNguard pro sběrnicový systém BBA 60 mm

BBA 60 3P 275

„3-0“ – zapojení pro síť TNC

➔ **BBA 60 3P 275** obj.č. **950 200**

➔ **BBA 60 3P 275 FM** obj.č. **950 201**

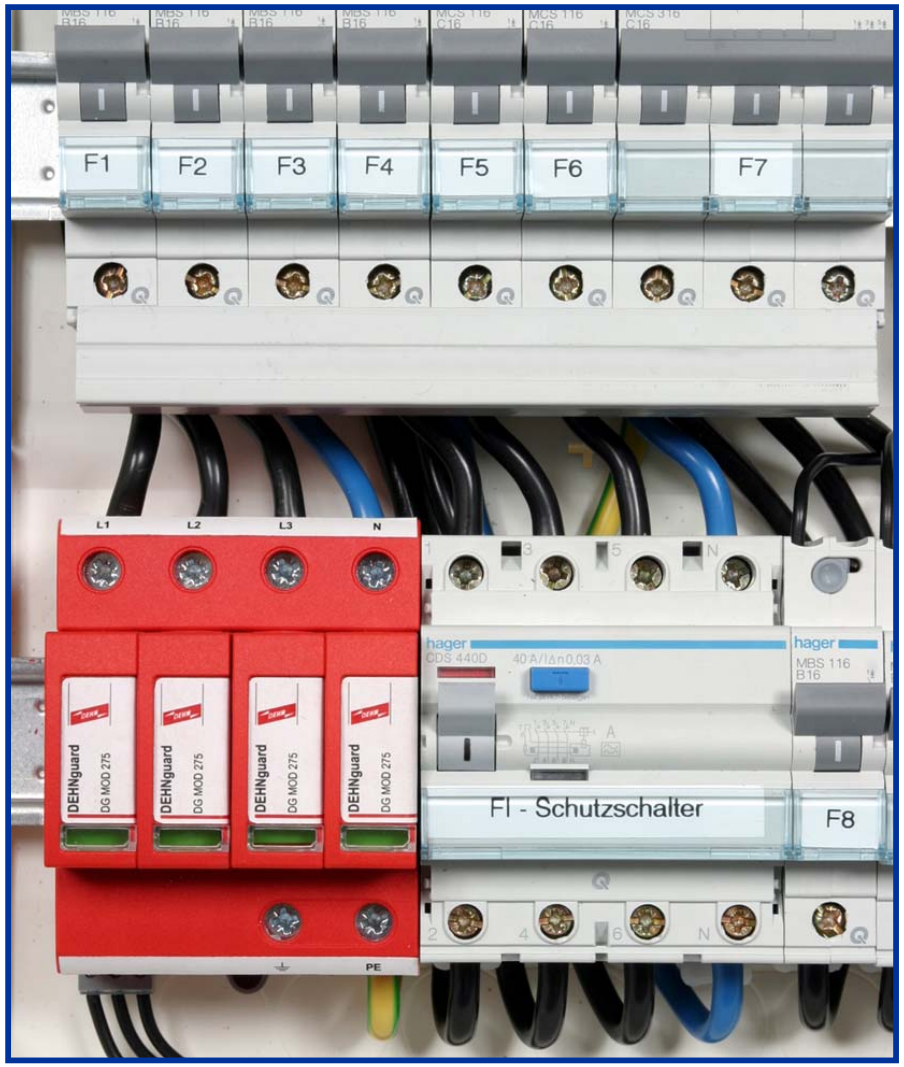
• svodič dle ČSN EN 61643-11:	Typ 2 (třídy C)
• max. přípustné napětí U_C AC :	230/400 V
• jmen. impuls. proud I_n:	20 kA (8/20)
• maximální impuls. proud I_{max}:	30 kA (8/20)
• ochranná úroveň U_p:	≤ 1,5 kV
• maximální předjištění:	F D02 BBA (950 206)
• zkratová odolnost při max. předjištění:	50 kA

osvědčené ochranné moduly DEHNguard s termodynamickým odpojovacím zařízením

zásuvný modul T 275 BBA **obj.č.: 950 204**

© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Nová Red/Line
Použití - DEHNguard® TNS Obj.č. 952 400



© 2007 DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016