



# Ochrana před atmosférickou elektrinou

Staženo z [www.kniška.eu](http://www.kniška.eu)

Dalibor Šalanský Jan Hájek





Jan Hájek DEHN + SÖHNE GmbH + Co. KG.,  
Dalibor Šalanský LUMA Plus spol.

Základní princip ochrany před bleskem  
Požadavky ČSN EN 62305.

Oddálené/izolované hromosvody  
Podstata řešení, podmínky instalace.

Základní požadavky na svodiče bleskových proudů/  
svodiče přepětí

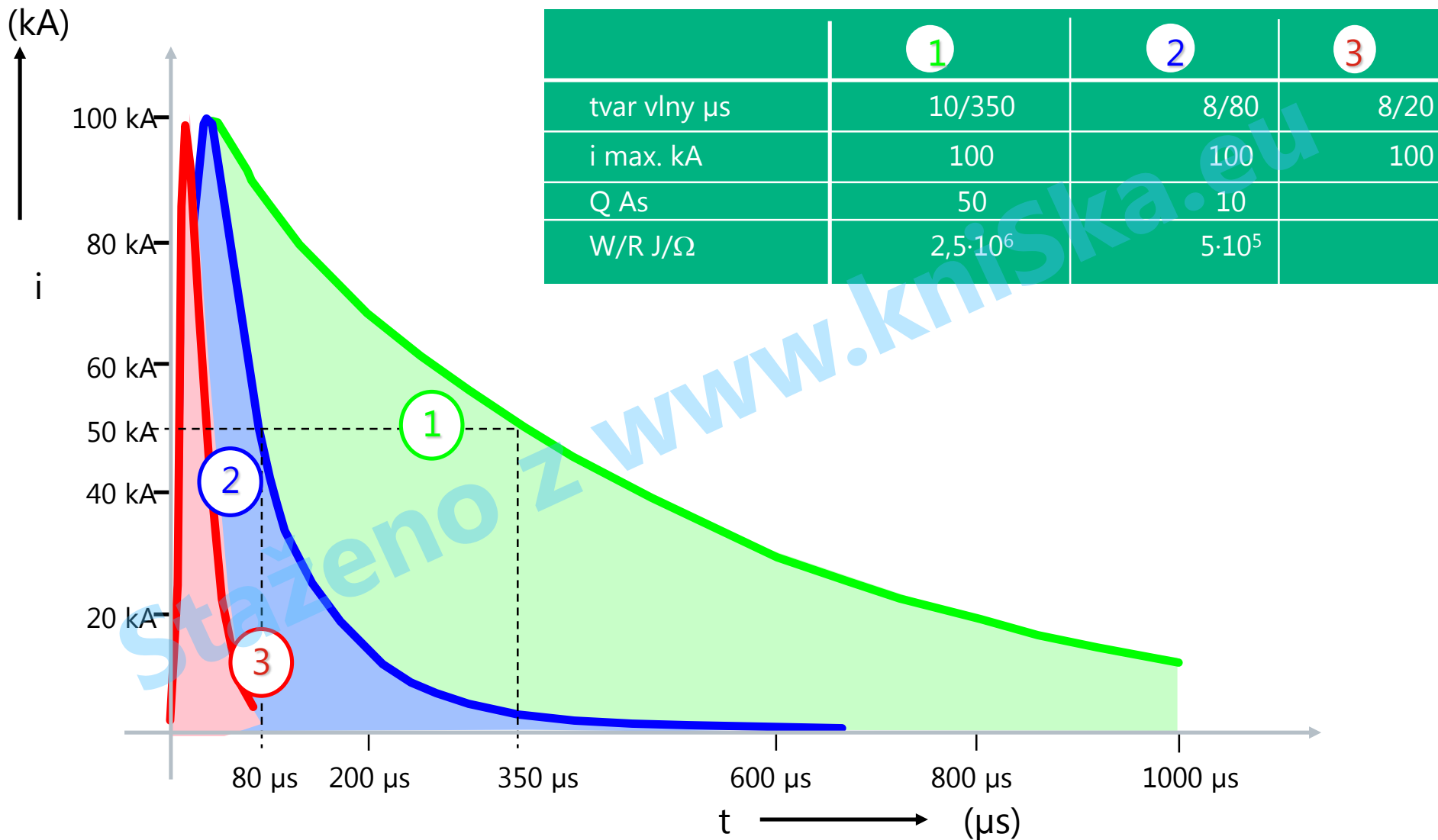
Úvod do aplikace ochranných opatření  
pro antény a zařízení s nimi spojená

# ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem - soubor českých technických norem



<b>Číslo normy</b>	<b>Název</b>
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

# Srovnání zkušebních vln



# ČSN EN 62305 – 1 Obecné principy



LPL	LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Hladina ochrany před bleskem LPL    Systém ochrana před bleskem LPS

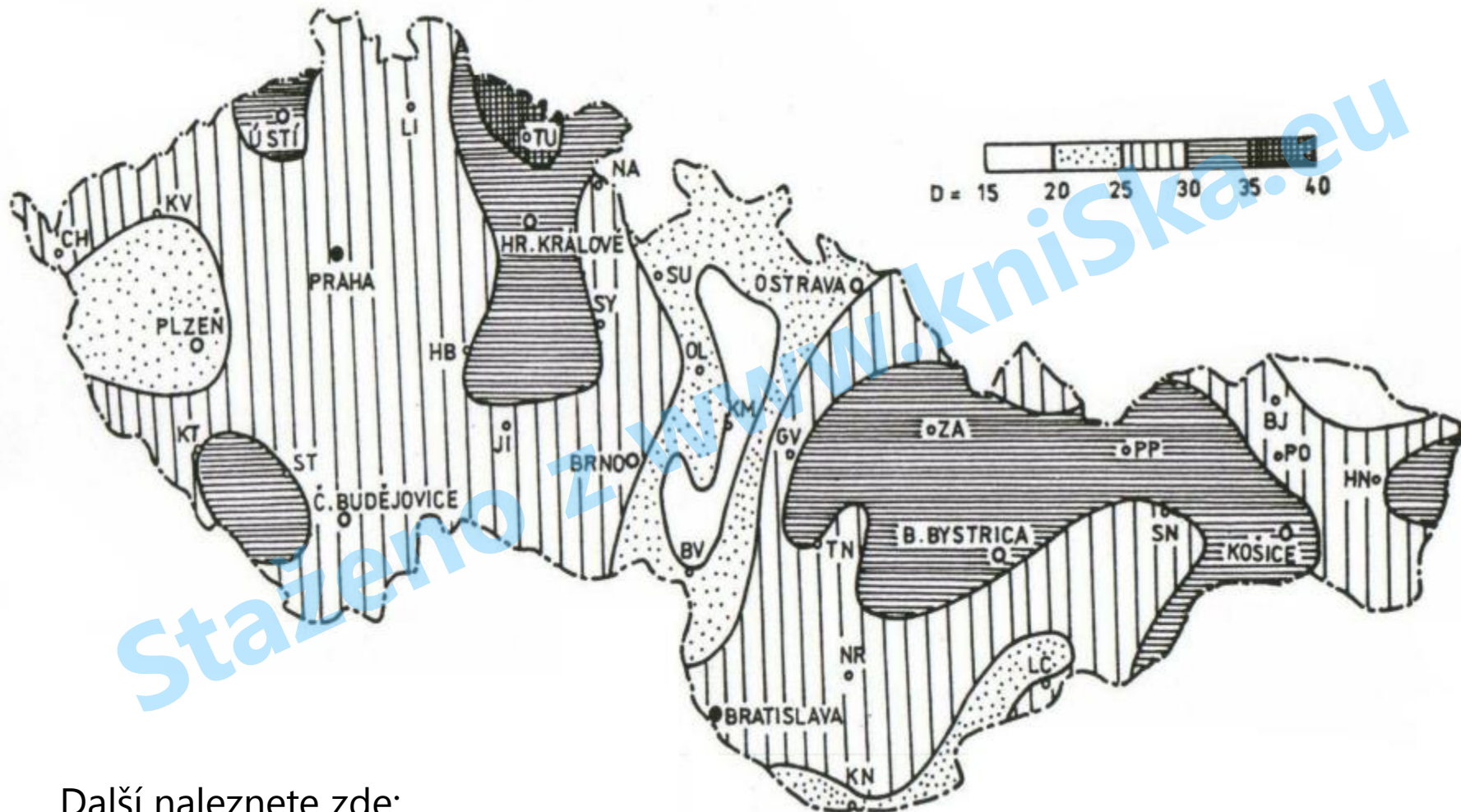
# ČSN EN 62305 – 1 Obecné principy

## Základní kritéria pro ochranu staveb a inženýrských sítí



Hladina ochrany	maximální hodnoty		minimální hodnoty		
	parametrů bleskového proudu maximální vrcholová hodnota bl. proudu	pravděpodobnost, že skutečný bl. proud je menší než maximální vrcholová hodnota blesk. proudu	parametrů bleskového proudu minimální vrcholová hodnota bl. proudu	pravděpodobnost že skutečný blesk. proud je větší než minimální vrcholová hodnota bl. proudu	poloměr valící se koule
LPL					
I	200 kA	99 %	3 kA	99 %	20 m
II	150 kA	98 %	5 kA	97 %	30 m
III	100 kA	95 %	10 kA	91 %	45 m
IV	100 kA	95%	16 kA	84 %	60 m

# Izokeraunická mapka z ČSN 33 4010

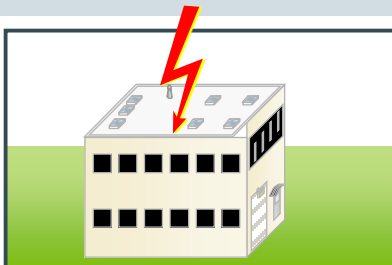


Další naleznete zde:

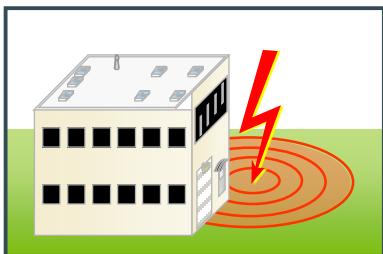
<http://www.kniska.eu/kniska/100let/izokeraunicke-mapy-bourkove-cinnosti>



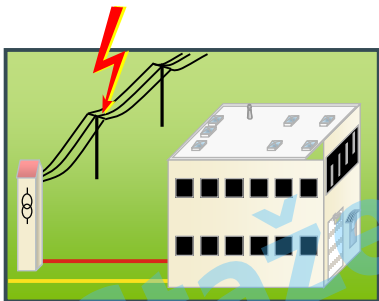
# Bleskový proud je hlavní zdroj škody



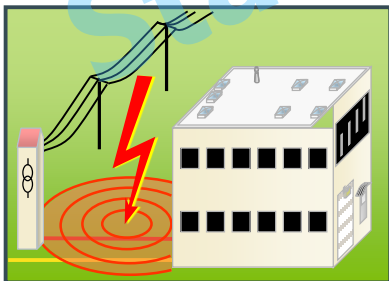
úder blesku do stavby



úder blesku v blízkosti stavby

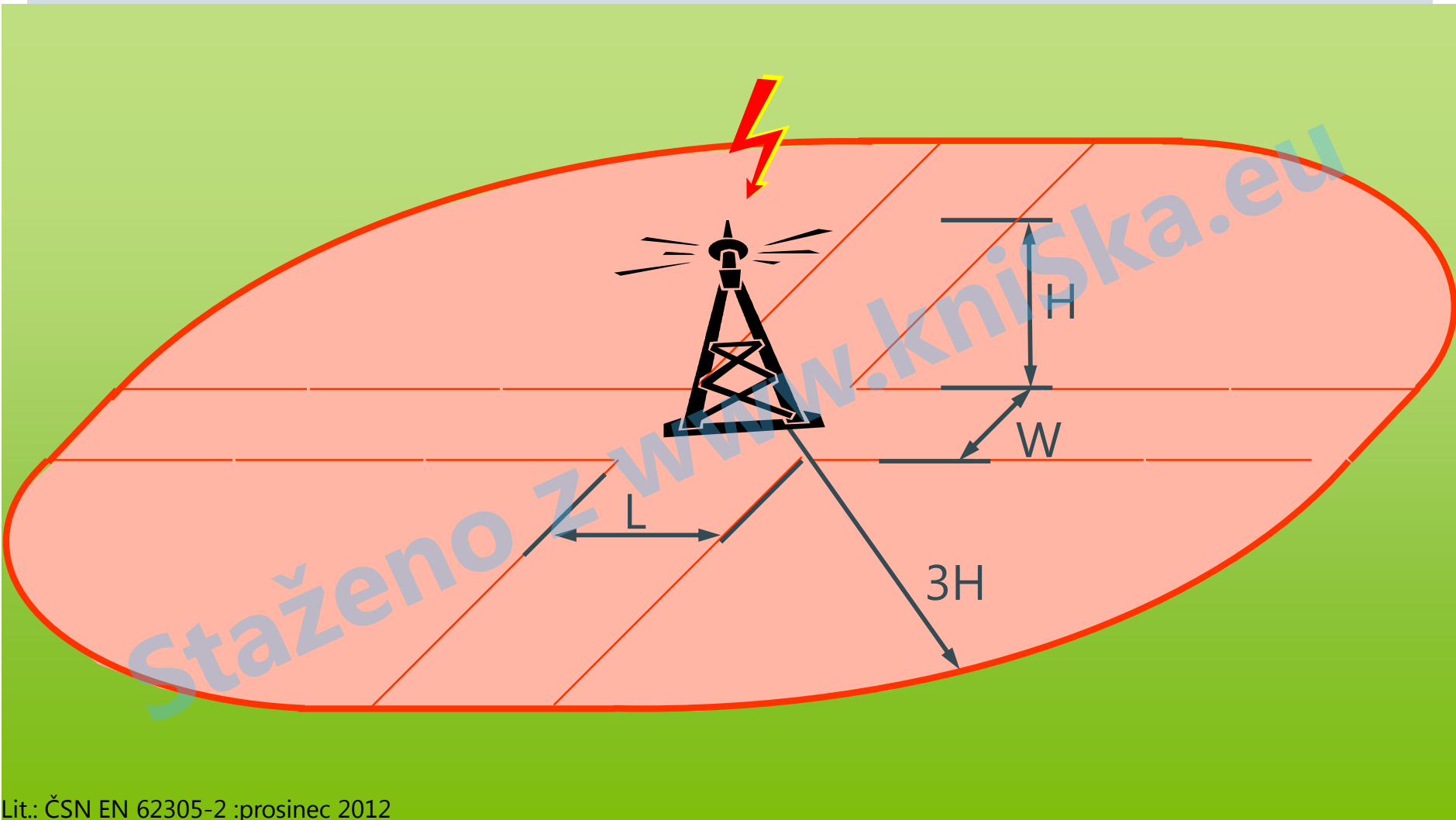


úder blesku do inženýrských sítí,  
která vstupují do stavby



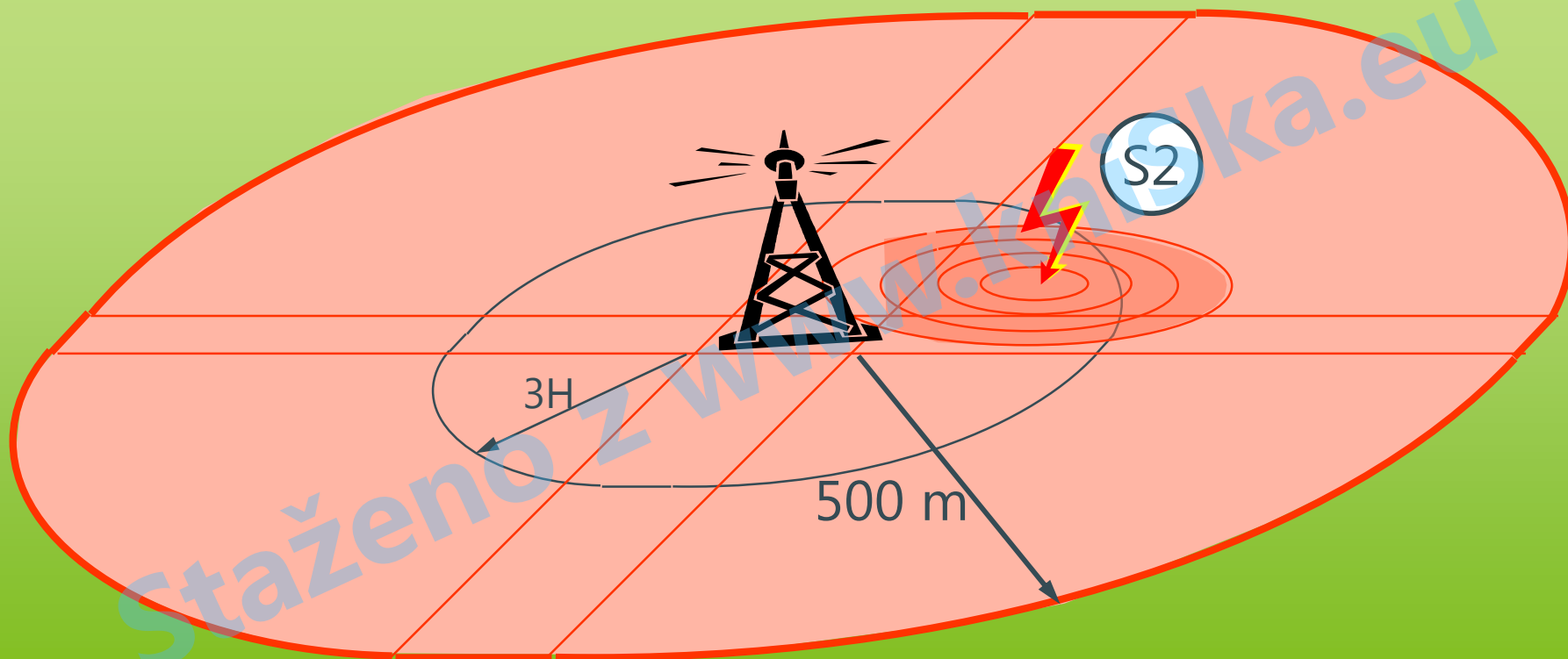
úder blesku v blízkosti inženýrských sítí,  
která vstupují do stavby.

# Sběrná plocha pro údery blesku do samostatně stojící stavby



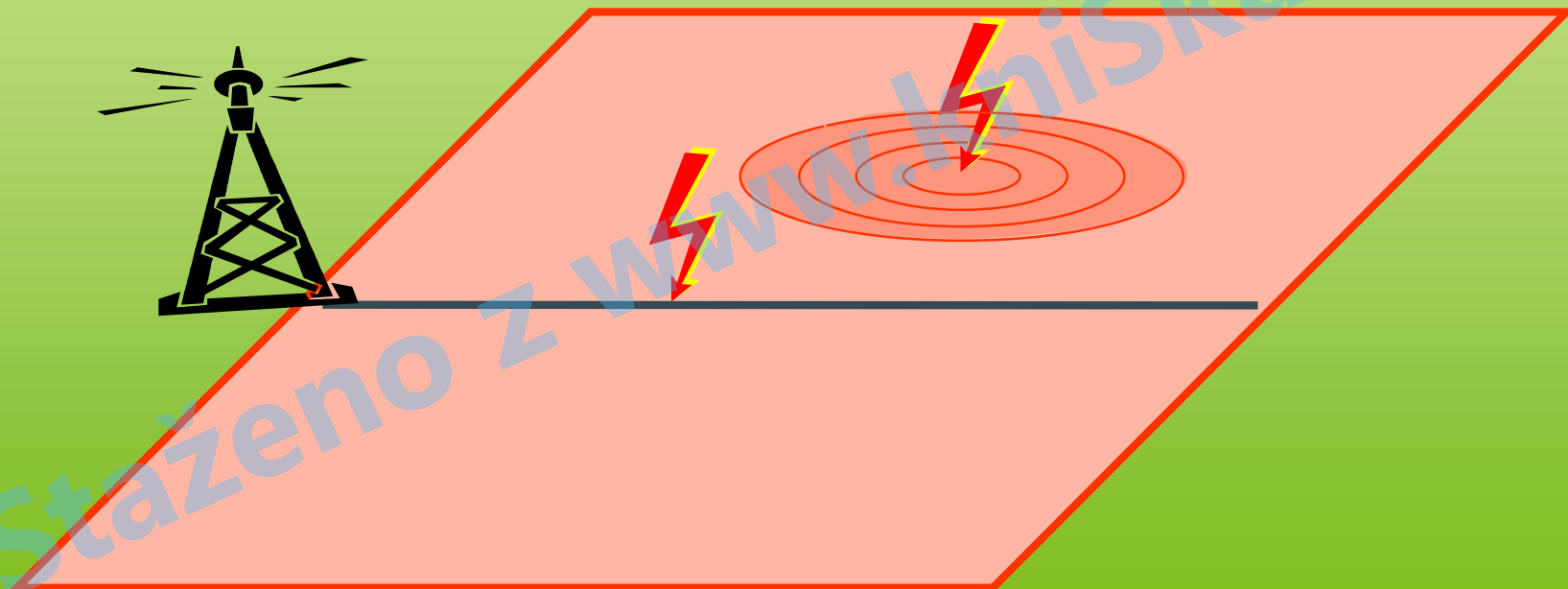
Lit.: ČSN EN 62305-2 ;prosinec 2012

# Sběrná plocha pro údery blesku v blízkosti stavby



Lit.: ČSN EN 62305-2:prosinec 2012

# Sběrná plocha pro údery blesku do a v blízkosti inženýrských sítí

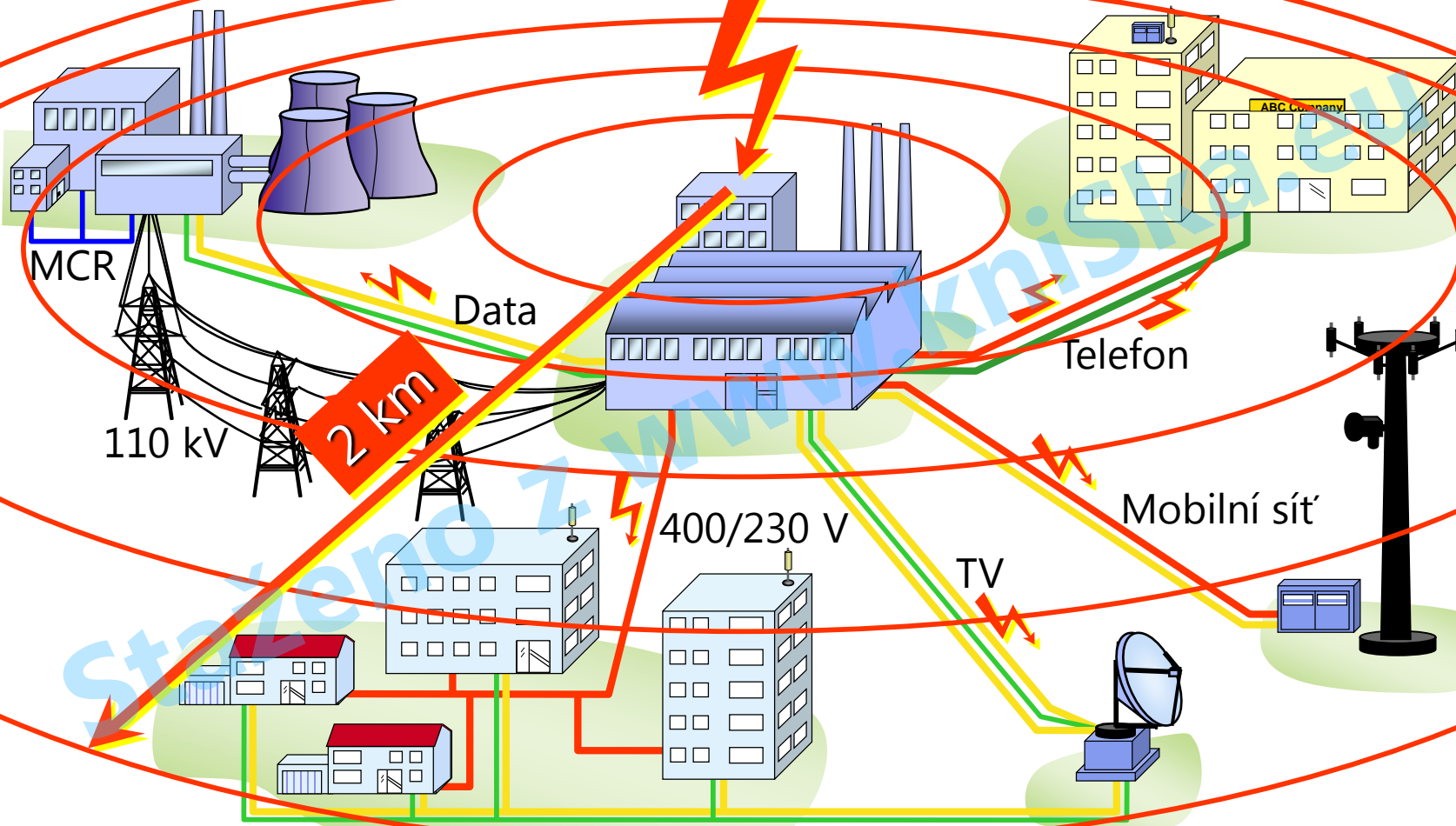


Lit.: ČSN EN 62305-2 :prosinec 2012

# Ohrožení bleskem



ca. 1.900.000 úderů blesku v Německu za rok\*



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

# Parametry bleskového proudu dle řady norem ČSN EN 62 305



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 $Q_{\text{Impuls}}$ (As)	100	75	50
náboj $Q_{\text{Langzeit}}$ (As)	200	150	100
efektivita	98%	95%	80 - 90%

# Původ přepětí způsobeného bleskem



## přímý a blízký úder:

1 Úder do vnější ochrany před bleskem

1a Úbytek napětí na rázovém  
zemním odporu  $R_{st}$

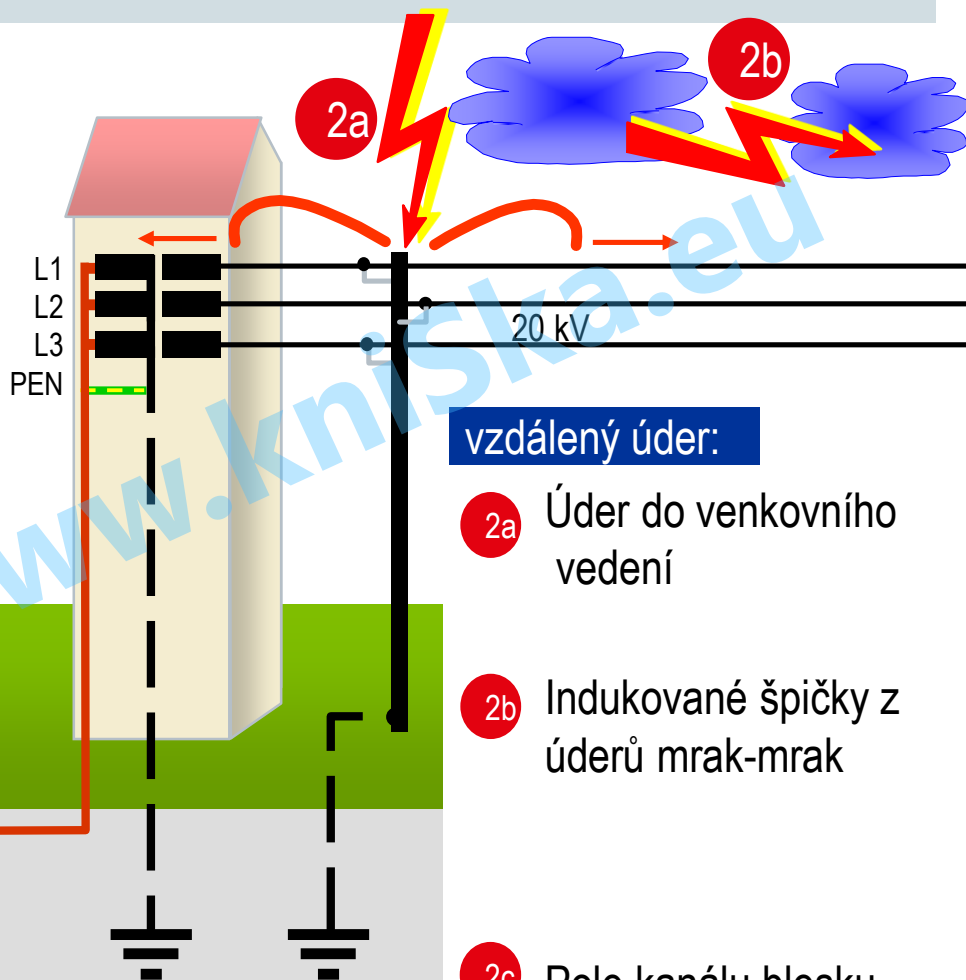
1b Indukované napětí ve smyčkách



Informačně - technický  
systém

1a

síť nízkého napětí



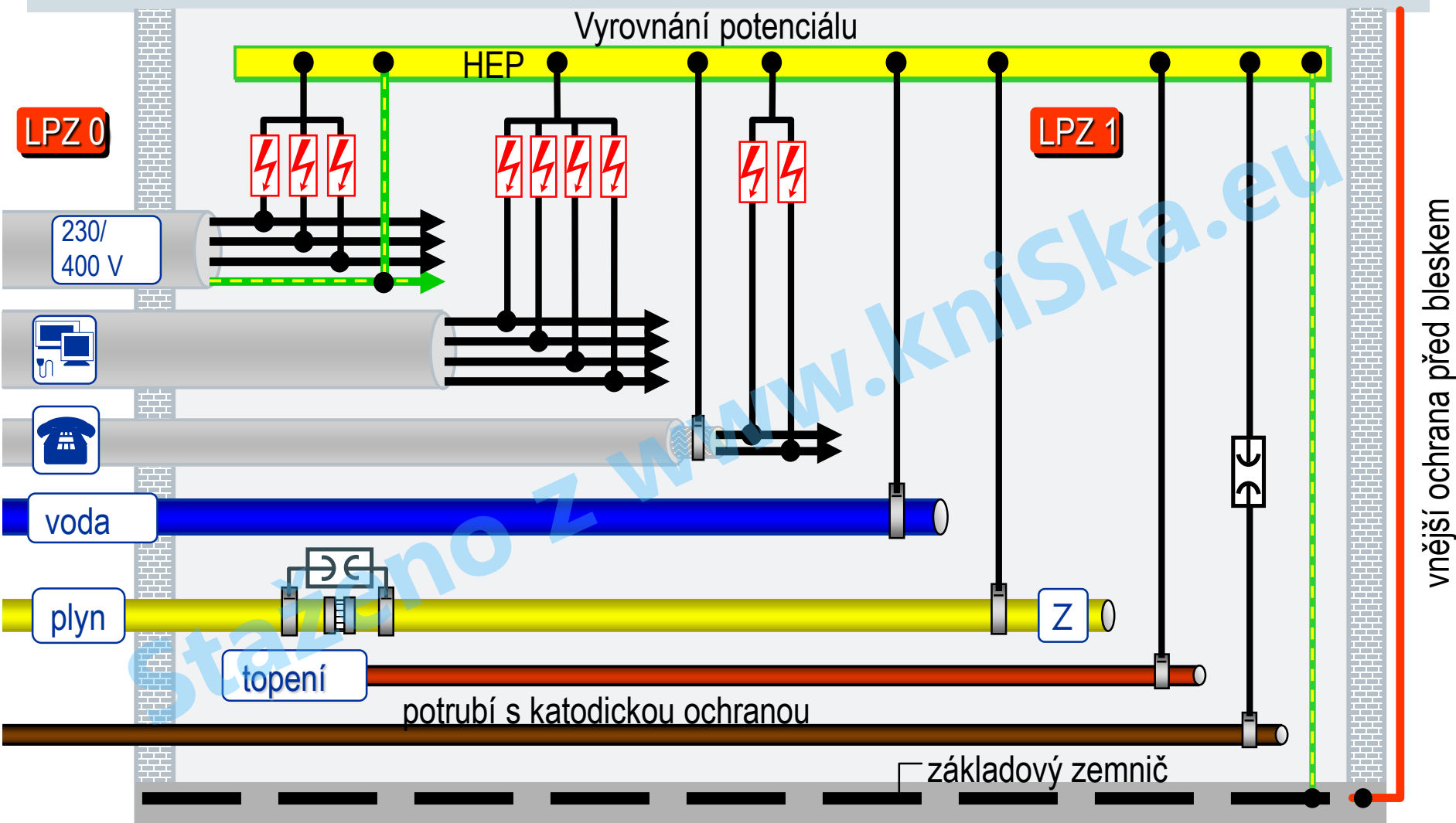
## vzdálený úder:

2a Úder do venkovního  
vedení

2b Indukované špičky z  
úderů mrak-mrak

2c Pole kanálu blesku

# Vyrovnání potenciálu bleskového proudu na vstupujících vodičích





## Co musí dokázat svodič bleskových proudů v napájecí soustavě?



- ✓ Vícenásobně svést bleskový proud bez vlastního poškození.
- ✓ Ochranná úroveň musí být nižší než impulsní odolnost následného zařízení.
- ✓ Schopnost omezení následného proudu.
- ✓ Spolehlivou koordinaci s následnou přepětovou ochranou nebo koncovým zařízením.

# Parametry bleskového proudu dle řady norem ČSN EN 62 305



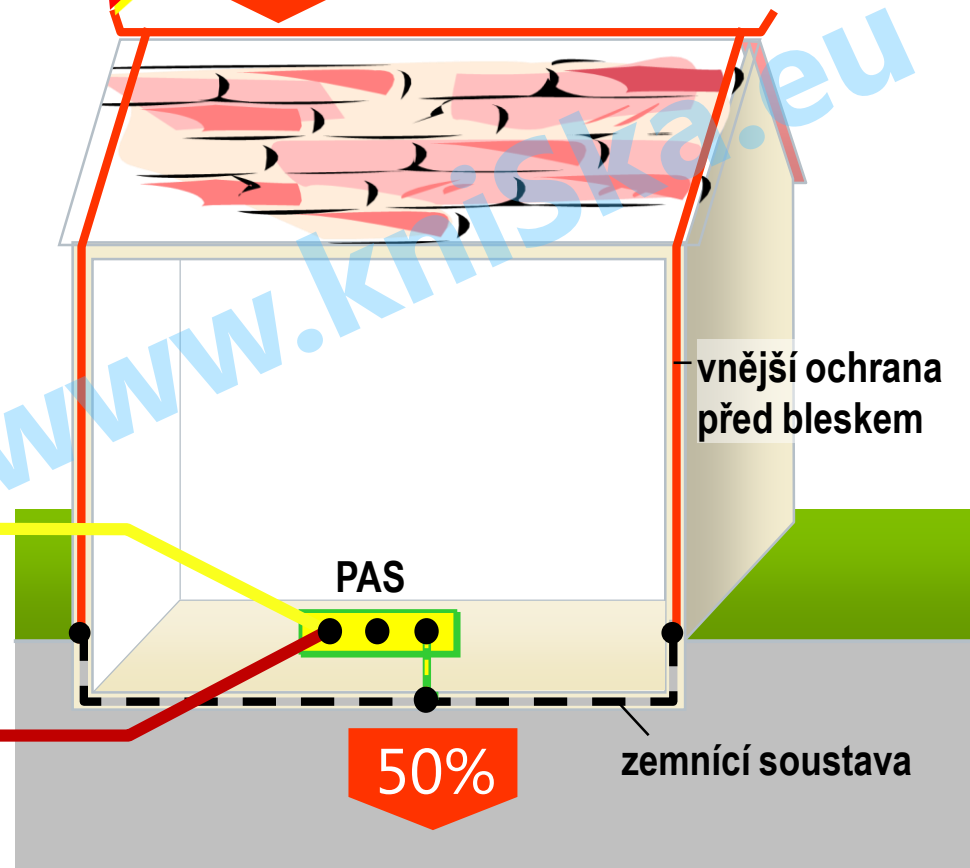
Parametr	LPL		
	I	II	III-IV
Imp. proud I (kA)	200	150	100
spec. energie W/R (MJ/Ω)	10	5,6	2,5
náboj $Q_{\text{Impuls}}$ (As)	100	75	50
náboj $Q_{\text{Langzeit}}$ (As)	200	150	100
efektivita	98%	95%	80 - 90%

# Rozdělení bleskového proudu



LPL I = 200kA  
LPL II = 150kA  
LPL III a IV = 100kA

100%



50%

Informační síť

napájecí síť

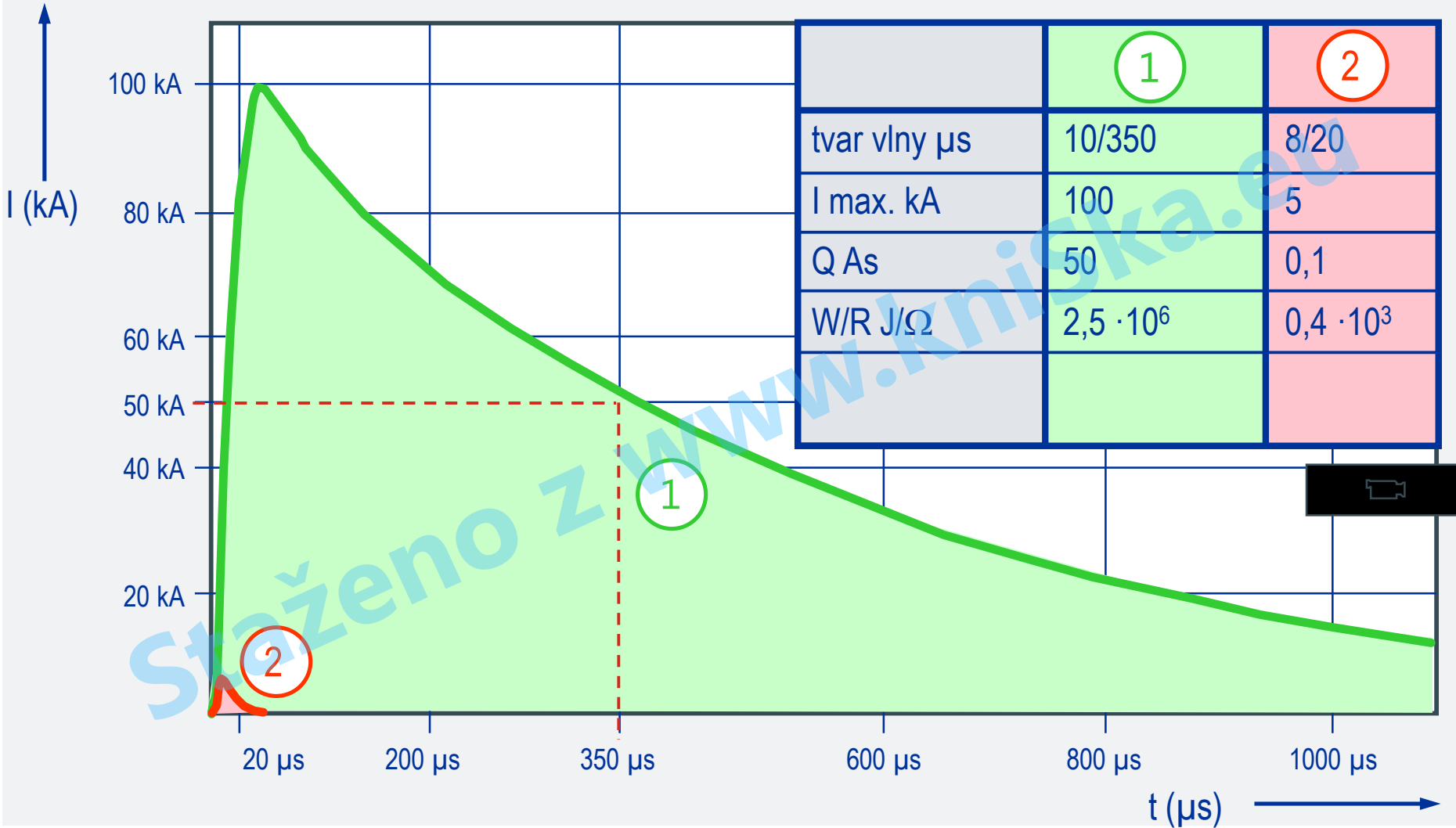
max 2 Ω

50%

zemní soustava

max. 10 Ω

# Srovnání zkušebních vln



# ČSN EN 62305 - 4

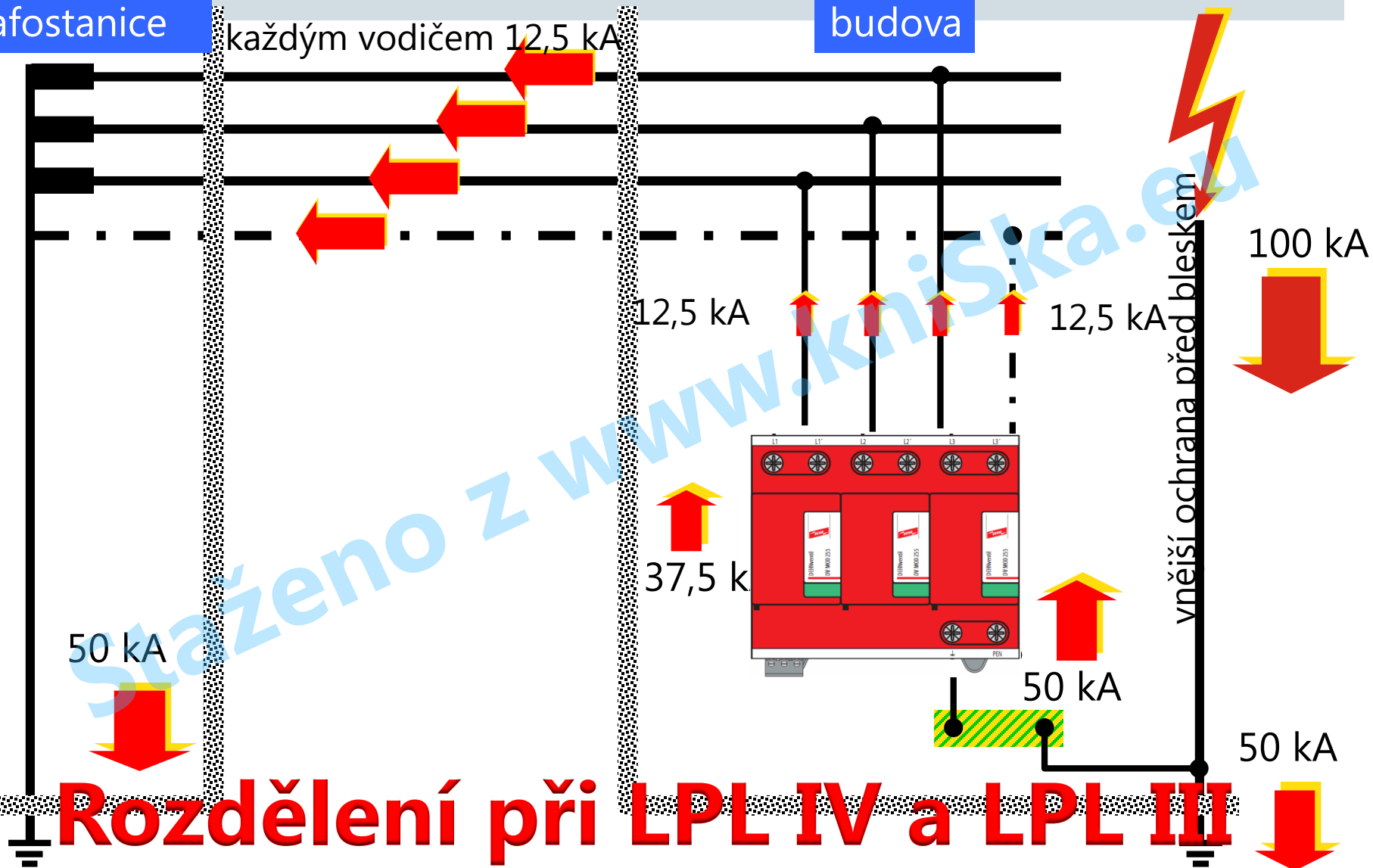
## Rozdělení bleskového proudu DEHNventil® M TNC



trafostanice

každým vodičem 12,5 kA

budova



# ČSN EN 62305 - 4

## Rozdělení bleskového proudu DEHNventil<sup>®</sup> M TNC



trafostanice

budova

každým vodičem 18,75 kA

po 18,75 kA

56,25 kA

75 kA

75 kA

150 kA

75 kA

vnější ochrana před bleskem

# Rozdělení při LPL II



# ČSN EN 62305 - 4

## Rozdělení bleskového proudu DEHNventil® M TNC



trafostanice

každým vodičem 25 kA

budova



# Nevhodně zvolený svodič typ 1



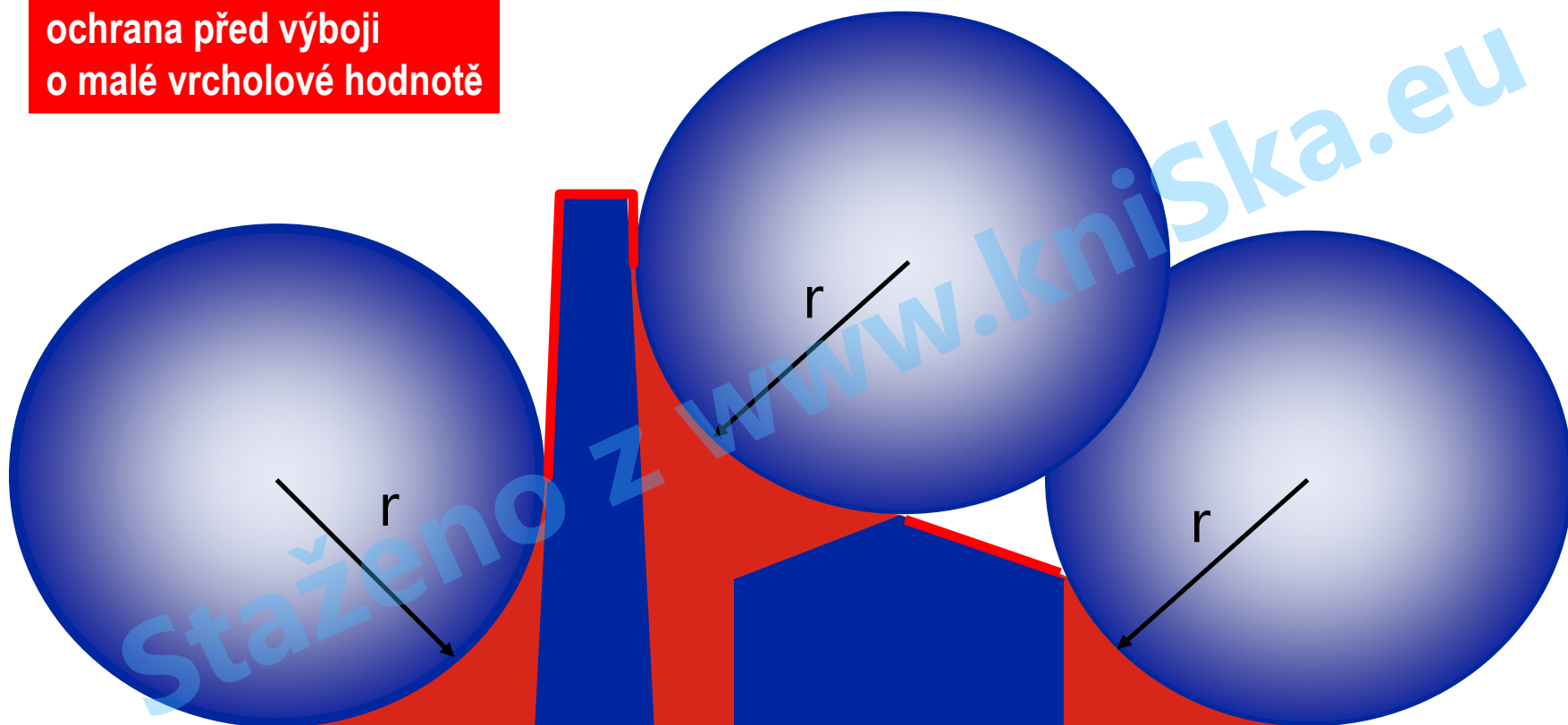


# ČSN EN 62305-3 metoda valící se koule



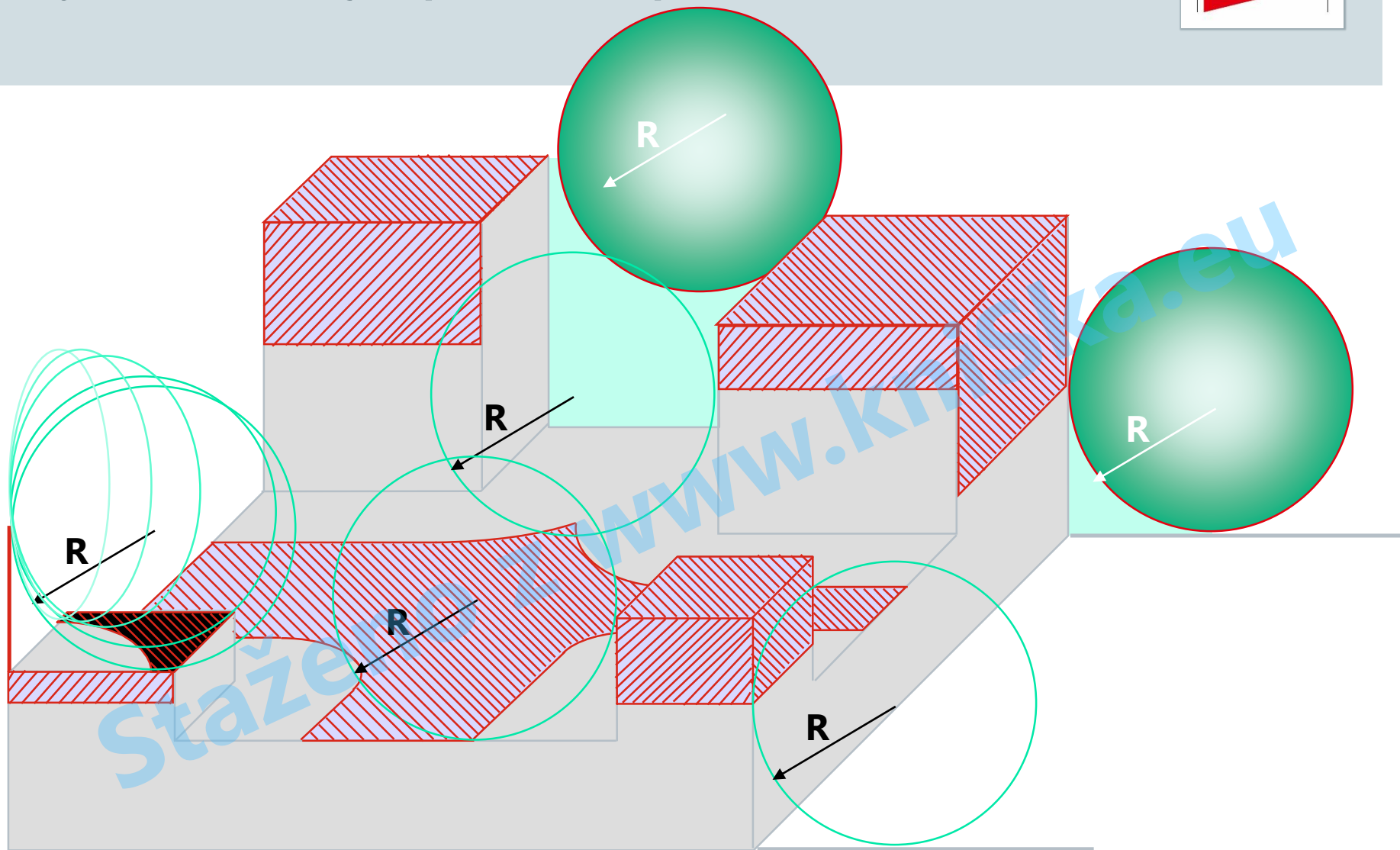
**ČSN EN 62305-3**

ochrana před výboji  
o malé vrcholové hodnotě



— jímací soustava

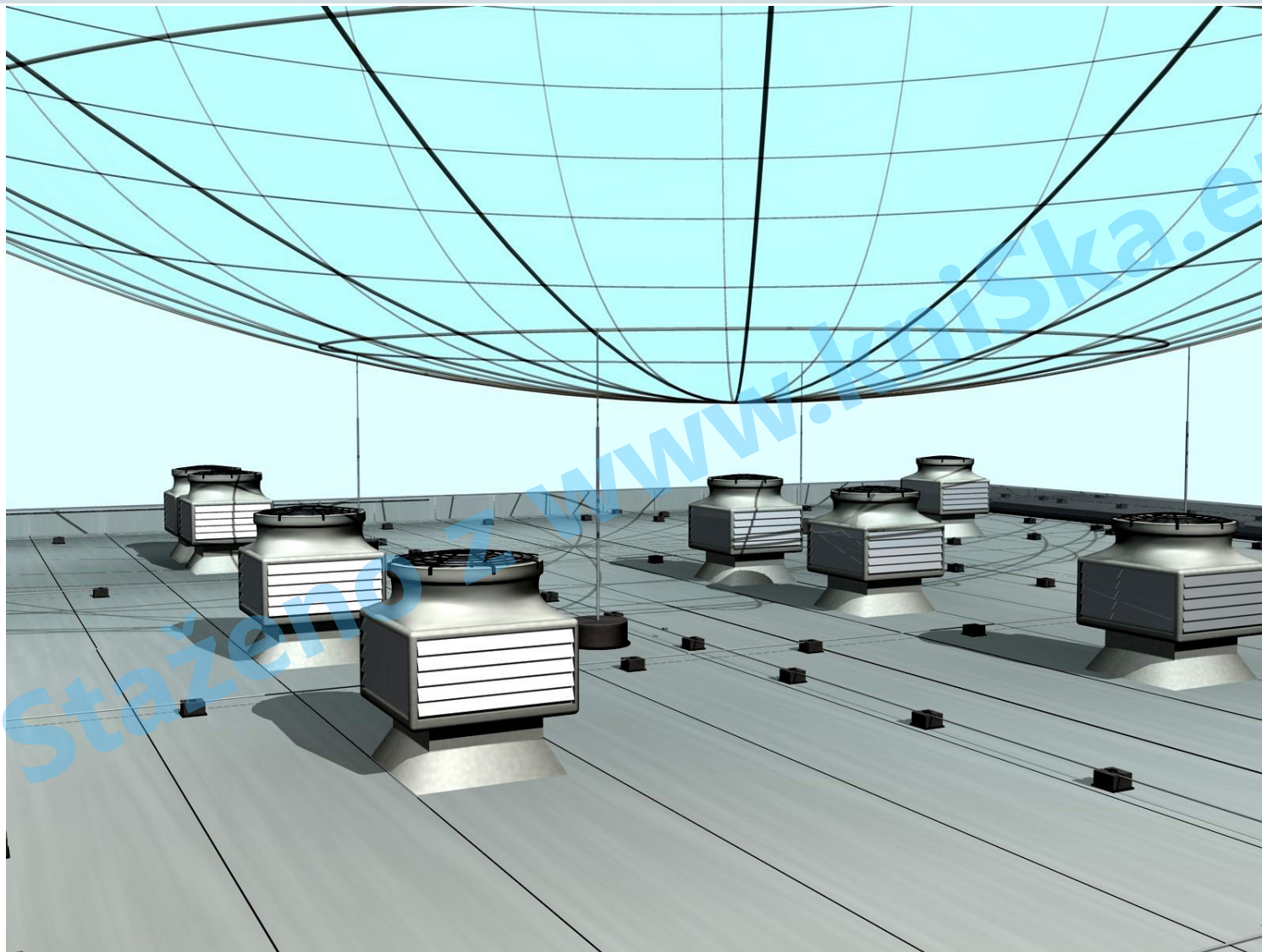
# Zjištění ochranných prostorů za pomoci valivé koule



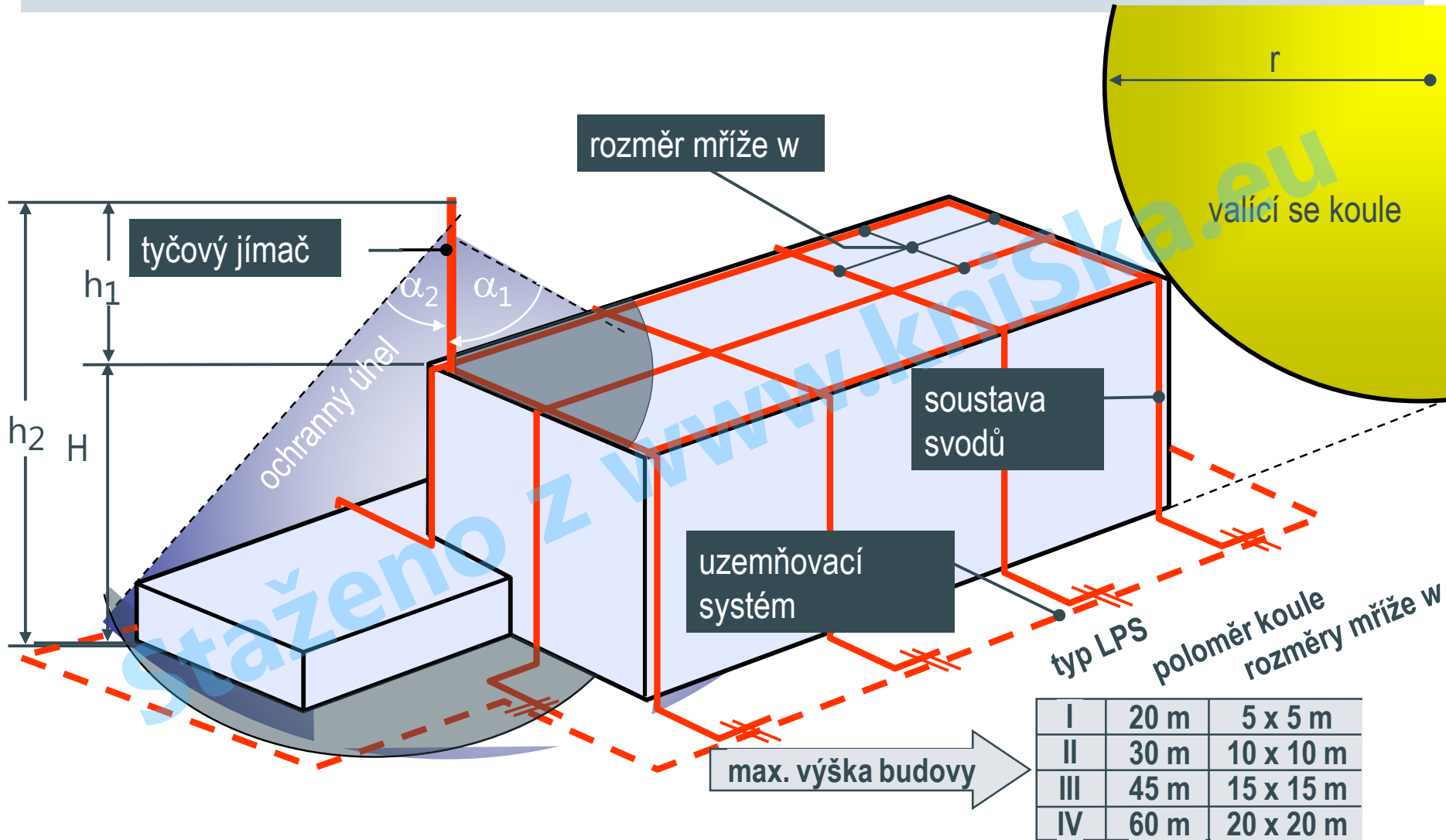
Source.: IEC 62305-2

Dipl.-Ing. (FH) Helmut Pusch - Basics on Lightning and Protection of  
Mobile Radio Systems, Radiocommunications 2005, Ljubljana 01.-  
03.06.2005

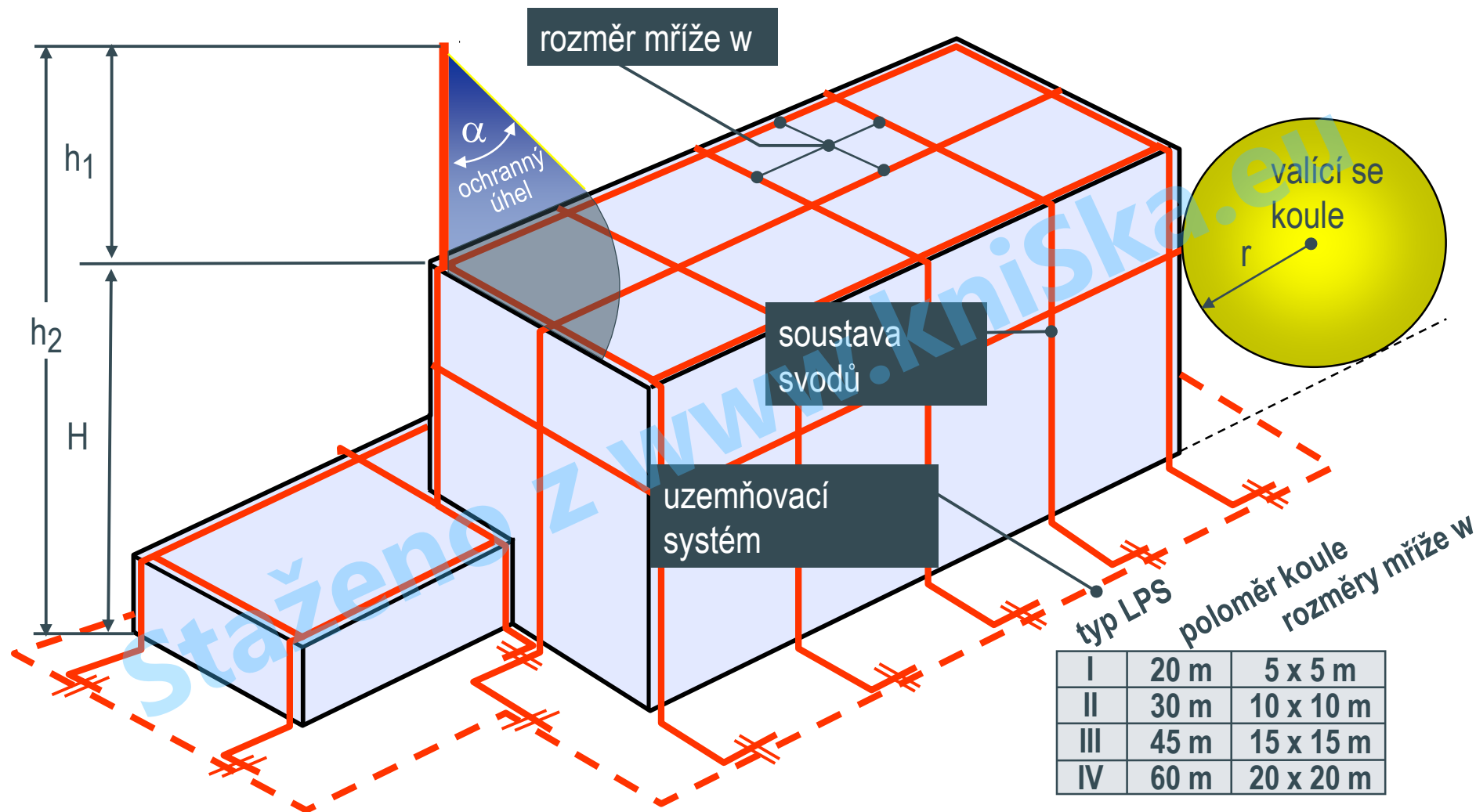
# Zajištění ochrany pro ventilátory



# ČSN EN 62305 – 3 Vnější systém ochrany před bleskem



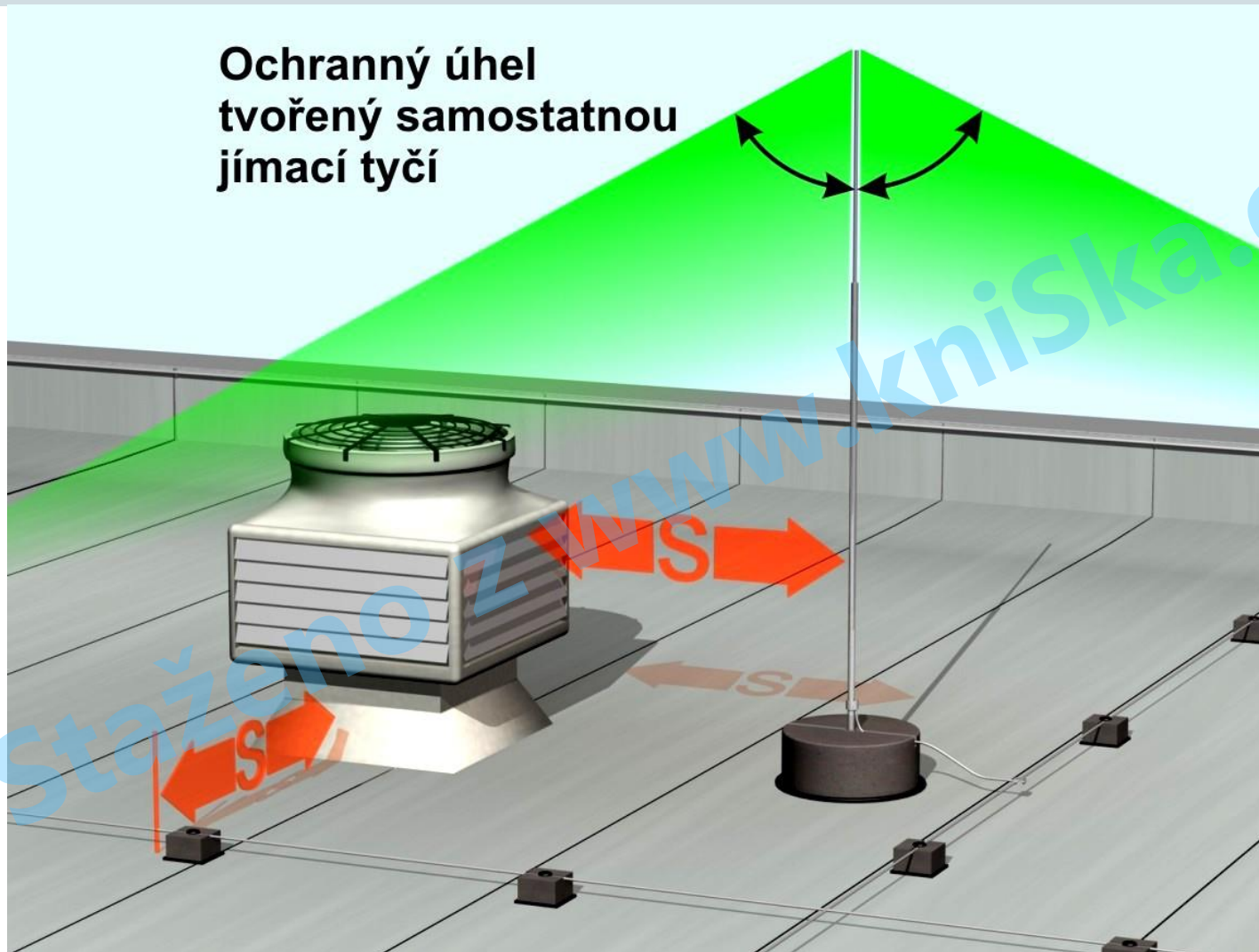
# ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života Vnější systém ochrany před bleskem (pro vysoké budovy $\geq 60$ m)



# Ochrana s dodržením dostatečné vzdálenosti s.



Ochranný úhel  
tvořený samostatnou  
jímací tyčí

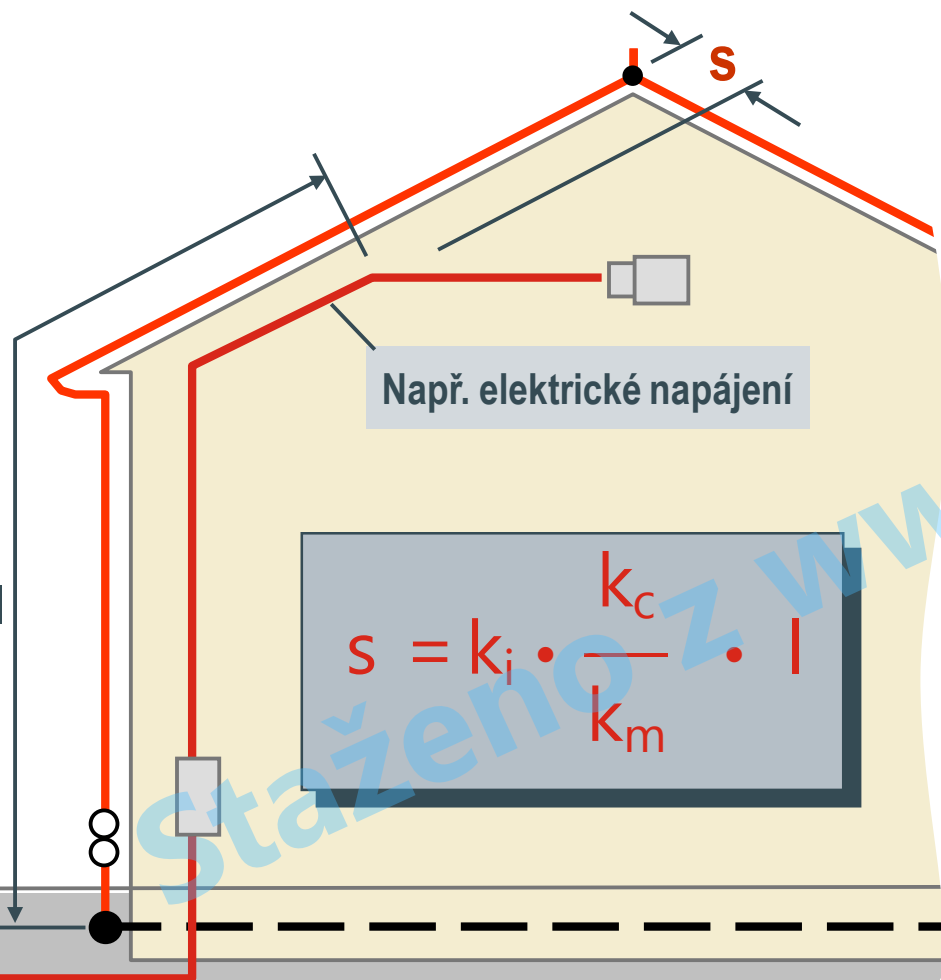




# Elektrická izolace vnějšího LPS

ČSN EN 62305-3 ed. 2 Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života  
6.3.1

# Dostatečná vzdálenost s Problematické přiblížení vodičů



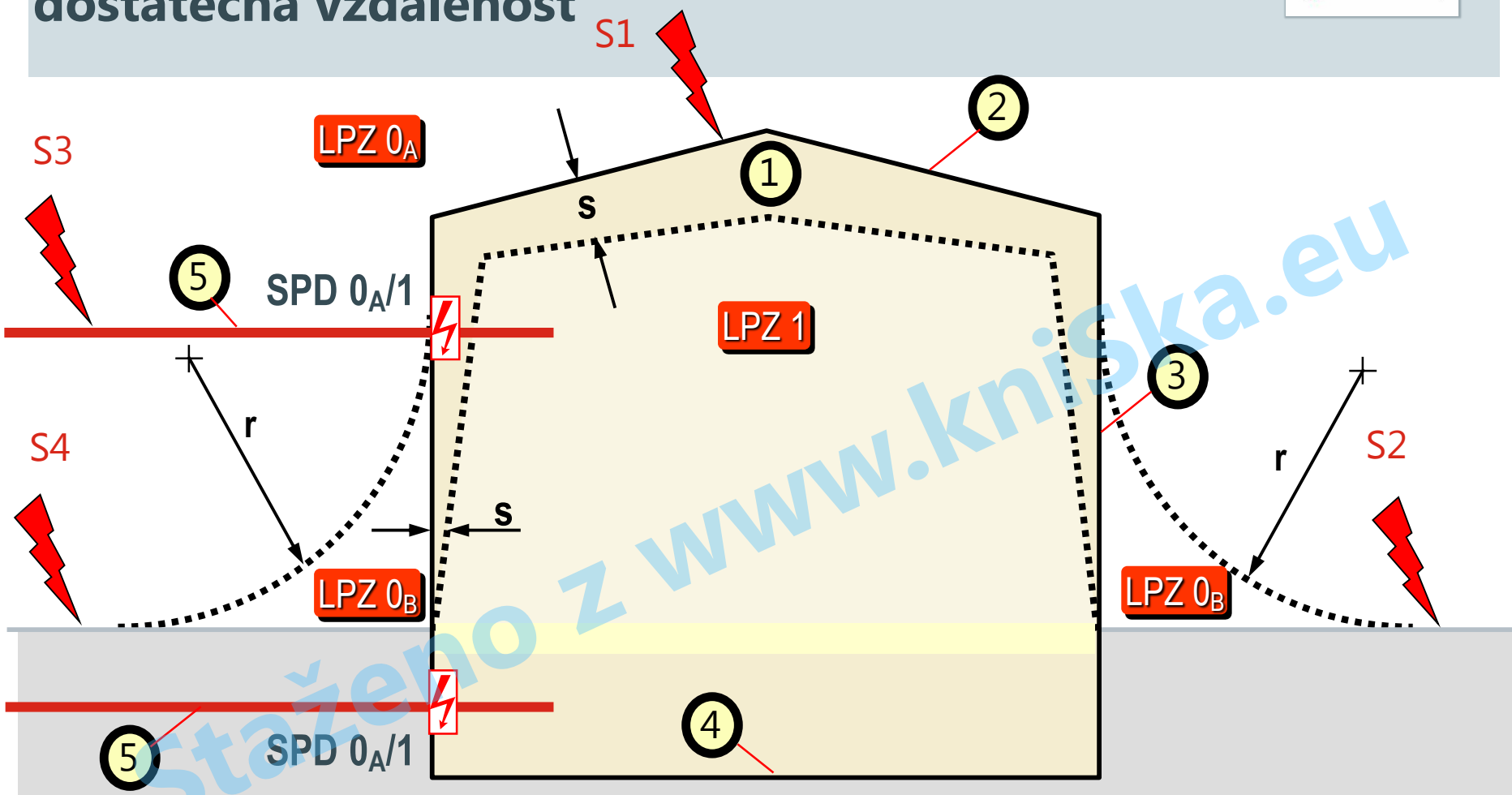
LPL	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III a IV	0,04

Materiál v dráze přeskoku	$k_m$
Vzduch	1
Beton, cihla	0,5
DEHNiso- dist. vzpěra/ -Combi	0,7

Lit. ČSN EN 62305-3



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



Ekvipotenciální pospojování proti blesku SPD proti blesku pomocí SPD Typ 1

LPZ Zóna ochrany před bleskem

SPD Přepět'ové ochranné zařízení

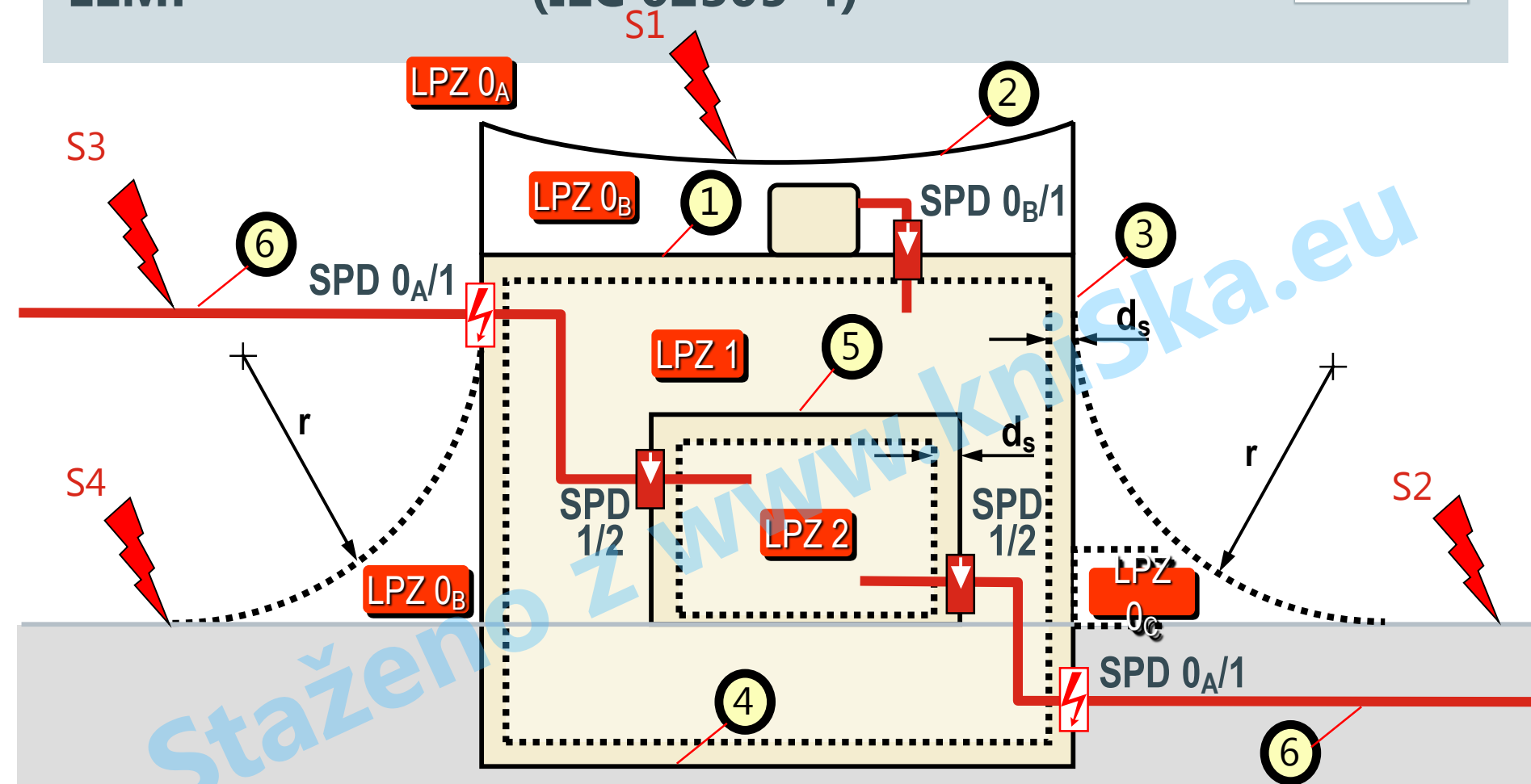
r Poloměr valící se koule

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 Přepětové 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

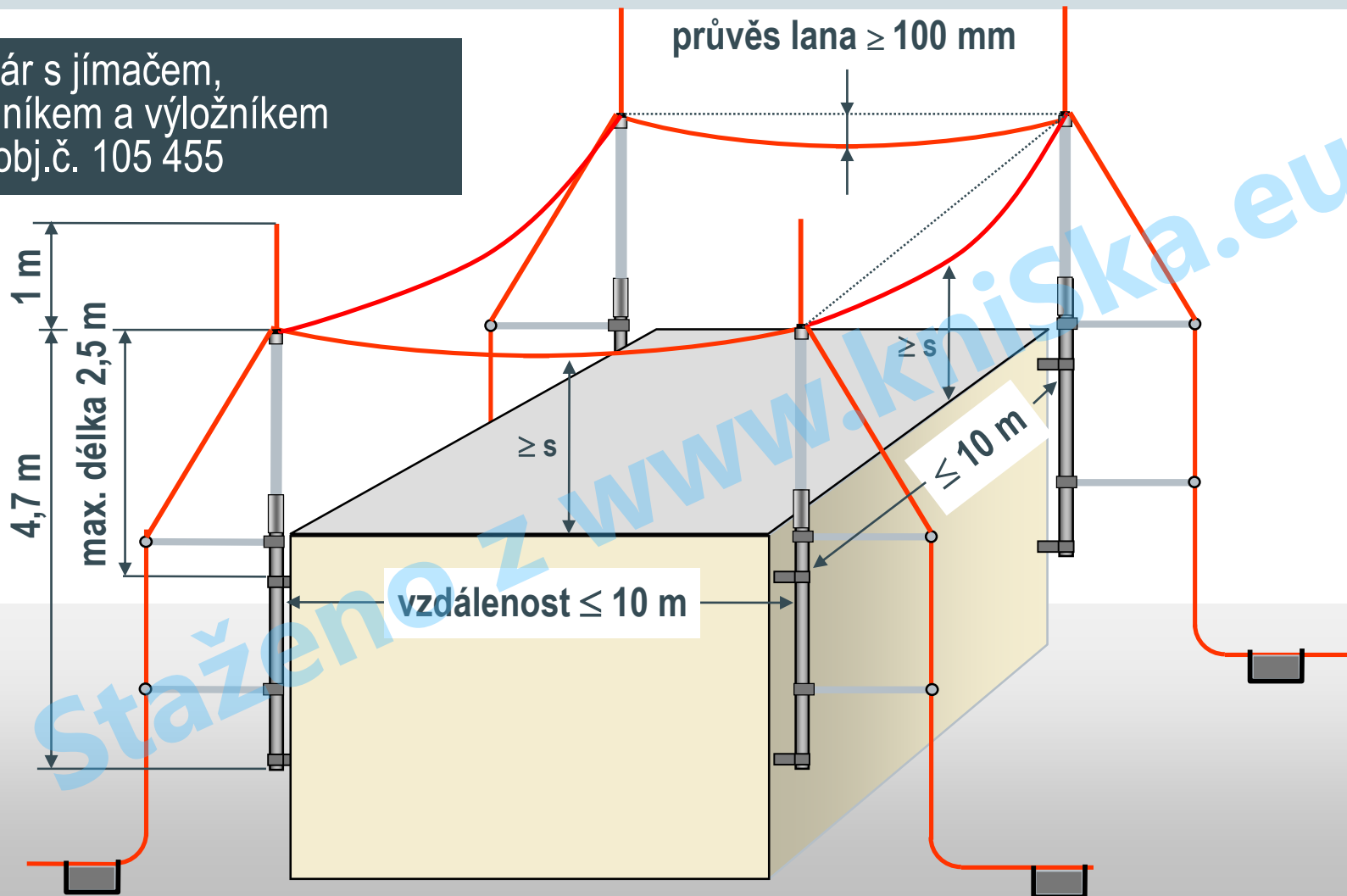
S3 Úder do inženýrské sítě připojené ke stavbě

S4 Úder v blízkosti inženýrské sítě připojené ke stavbě

# Oddálený hromosvod – DEHNiso Combi sada DEHNiso Combi s lanem



stožár s jimačem,  
úhelníkem a výložníkem  
4 x obj.č. 105 455



# Jímací tyč s výložníkem - DEHNiso Combi příklad uchycení na konstrukci satelitu



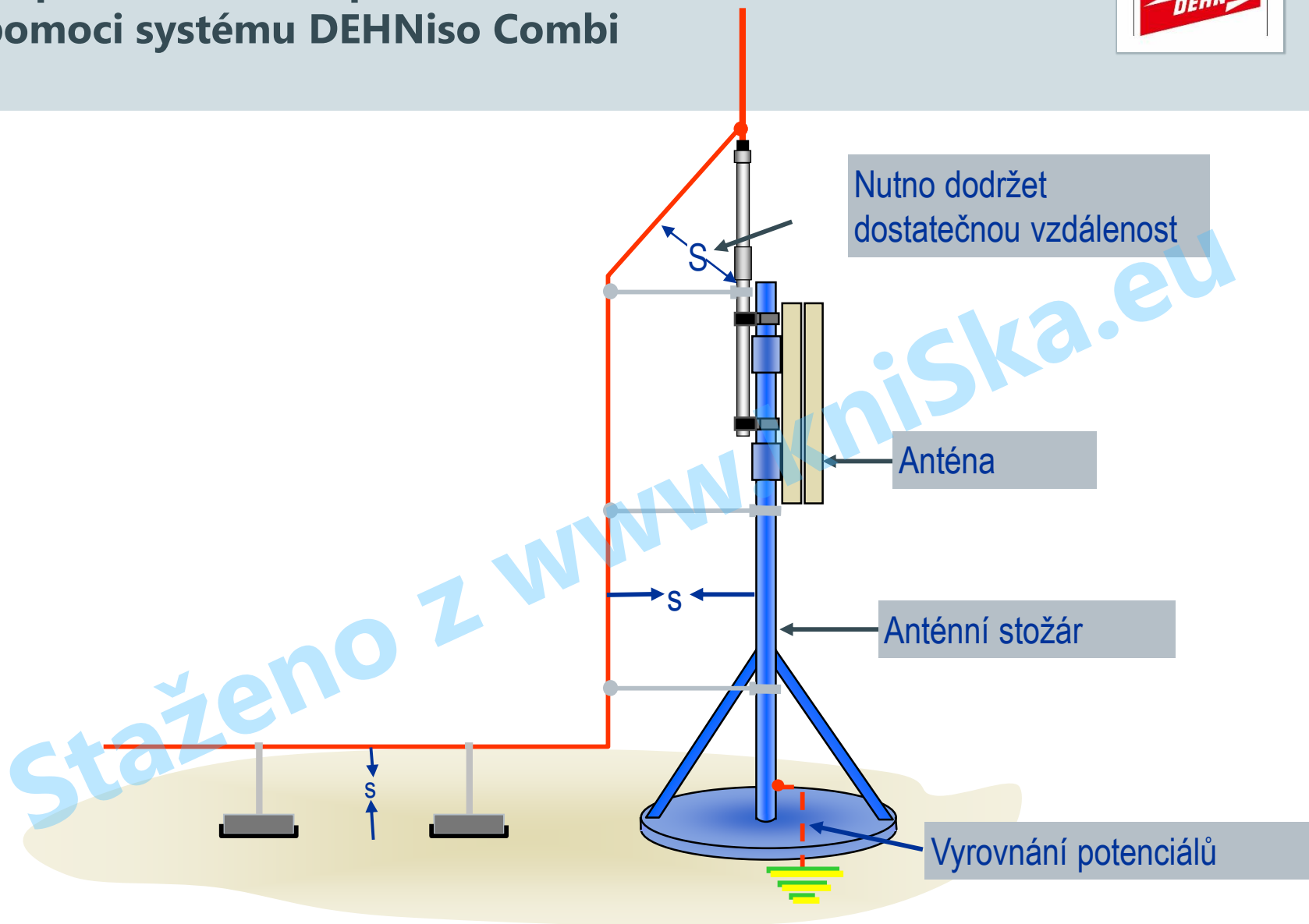
obj.č. 106 352



obj.č. 106 180

Lit.: Oberösterreichischer Blitzschutz Linz

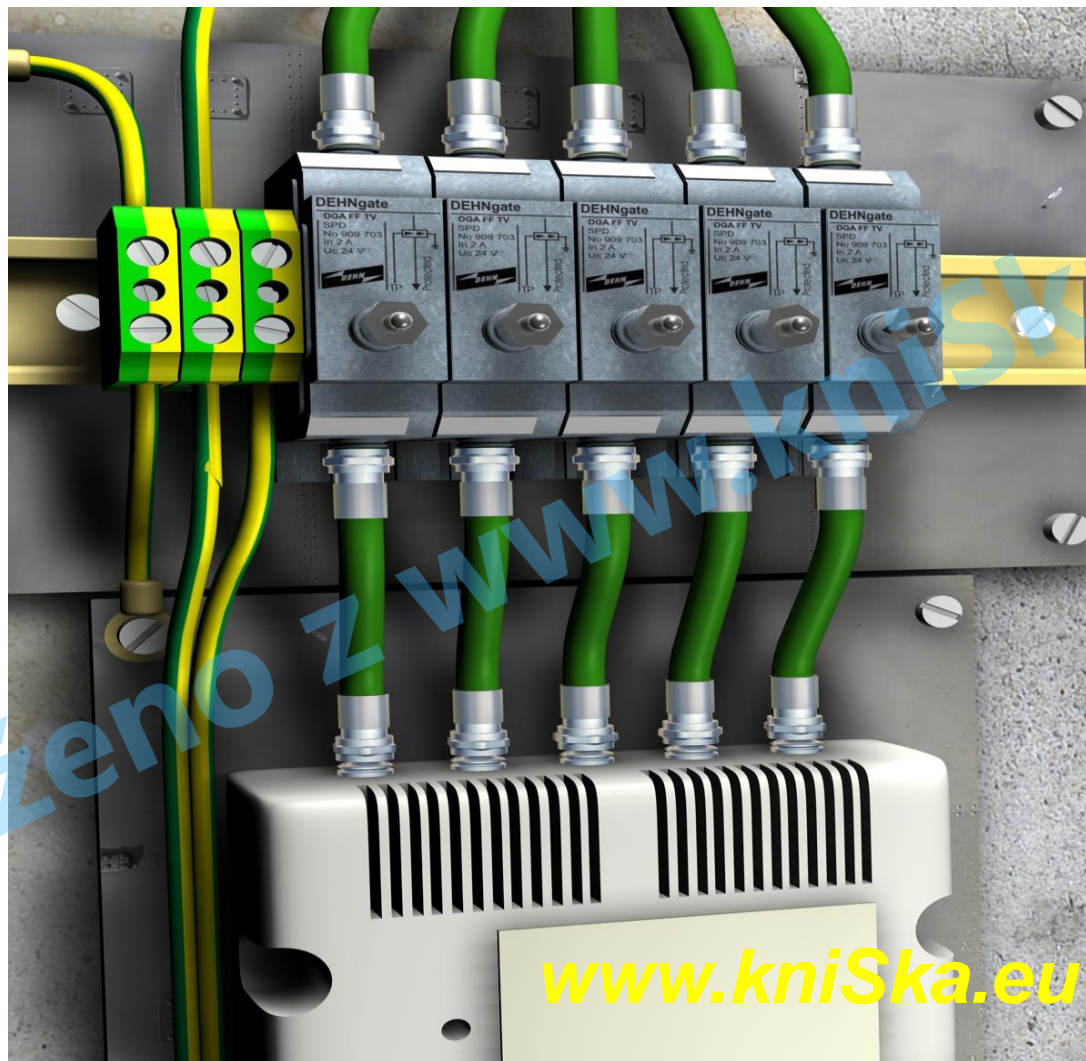
# Princip návrhu svodu pro anténu za pomoci systému DEHNiso Combi



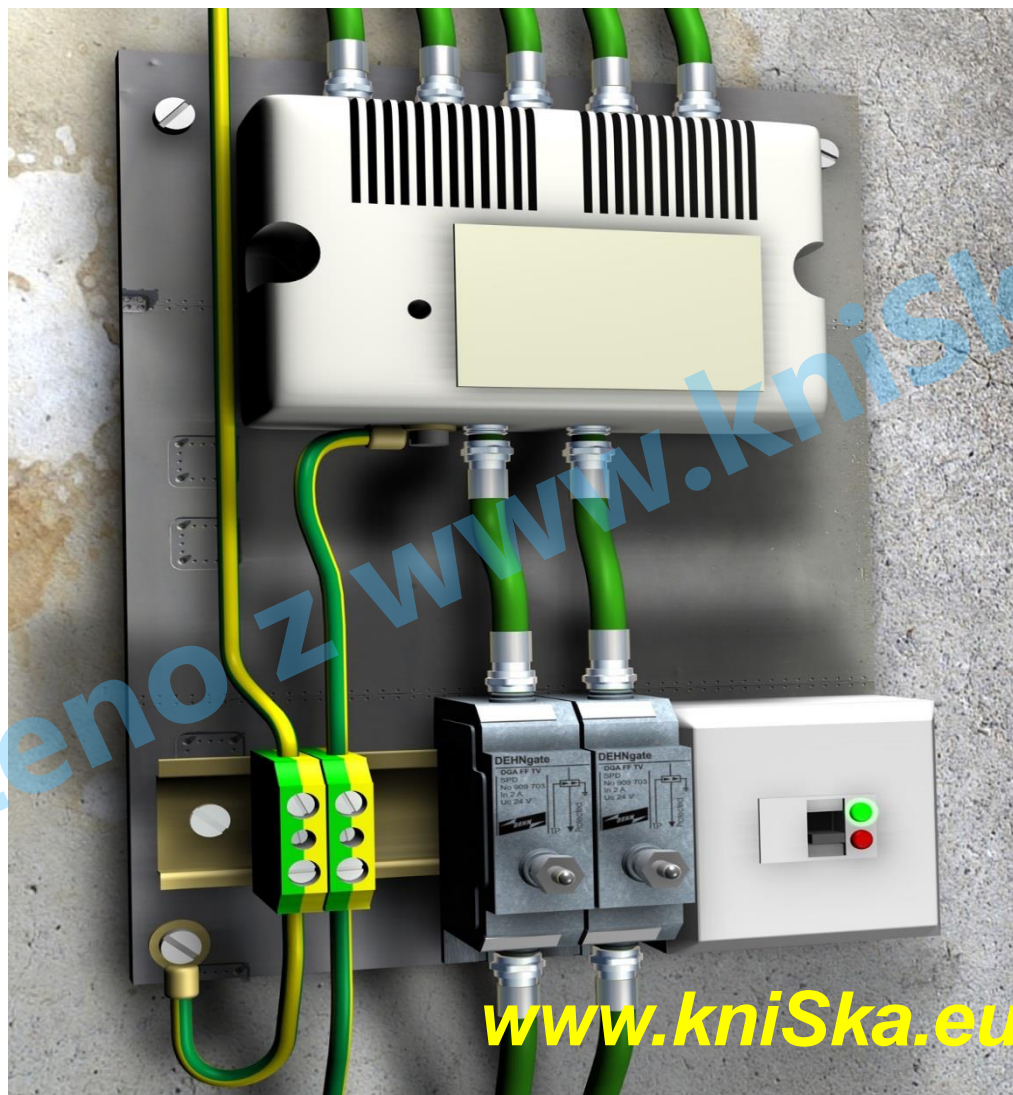
## Příklad izolované LPS pro anténu



# Vyrovnání potenciálu za pomoci SPD



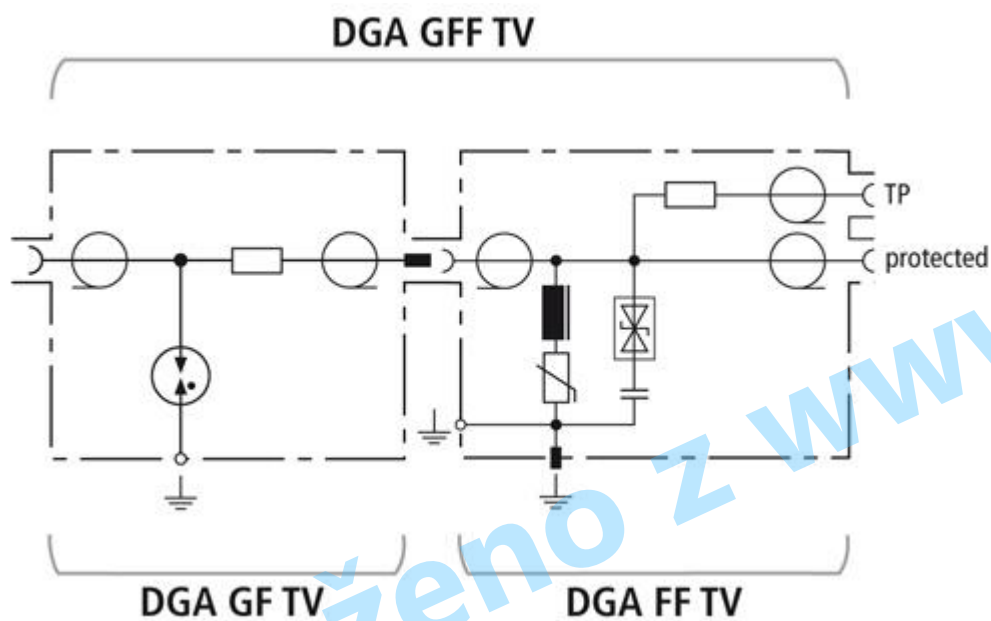
# Kompromisní řešení s obětováním zařízení



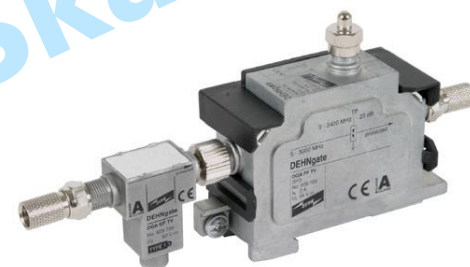
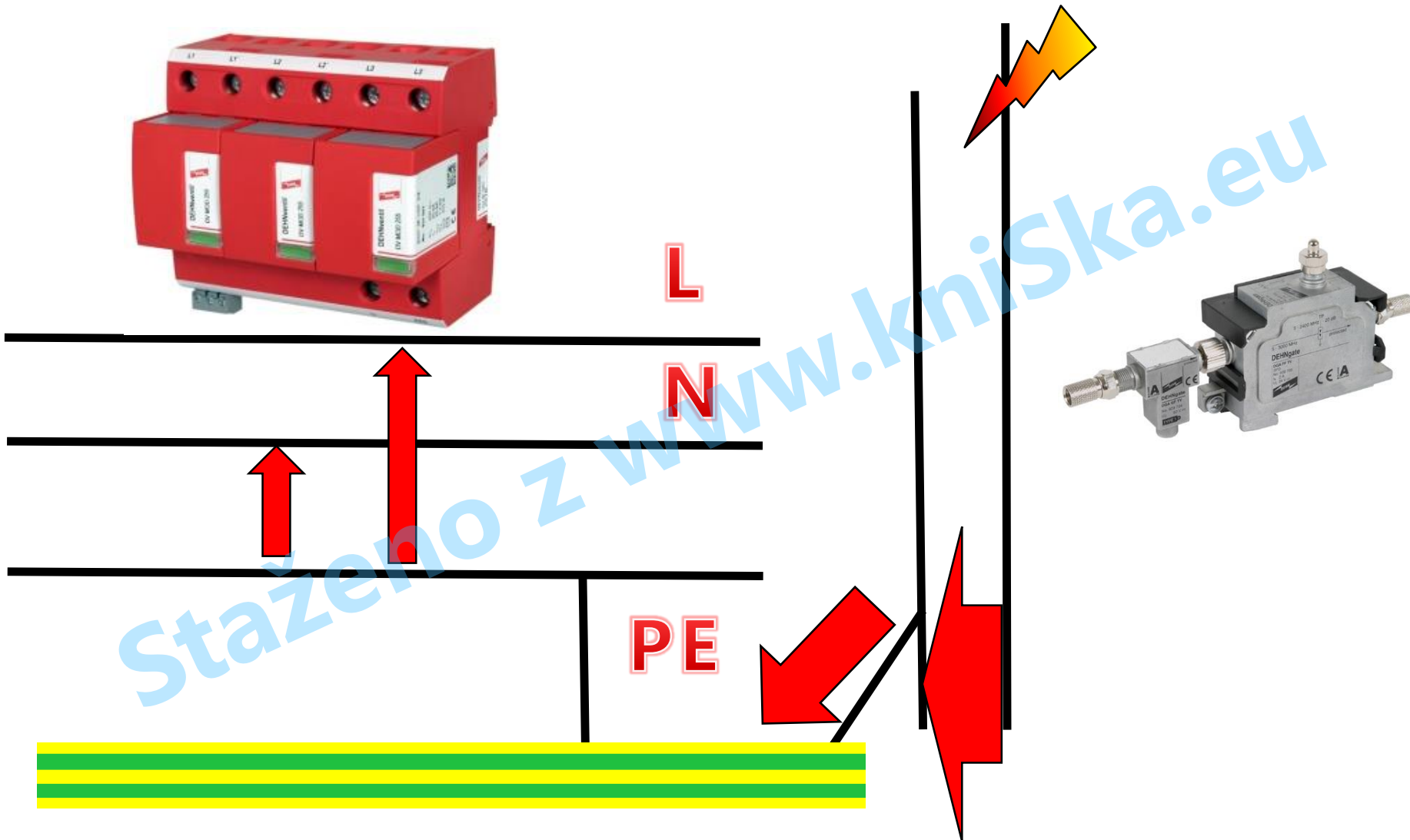
[www.kniSka.eu](http://www.kniSka.eu)



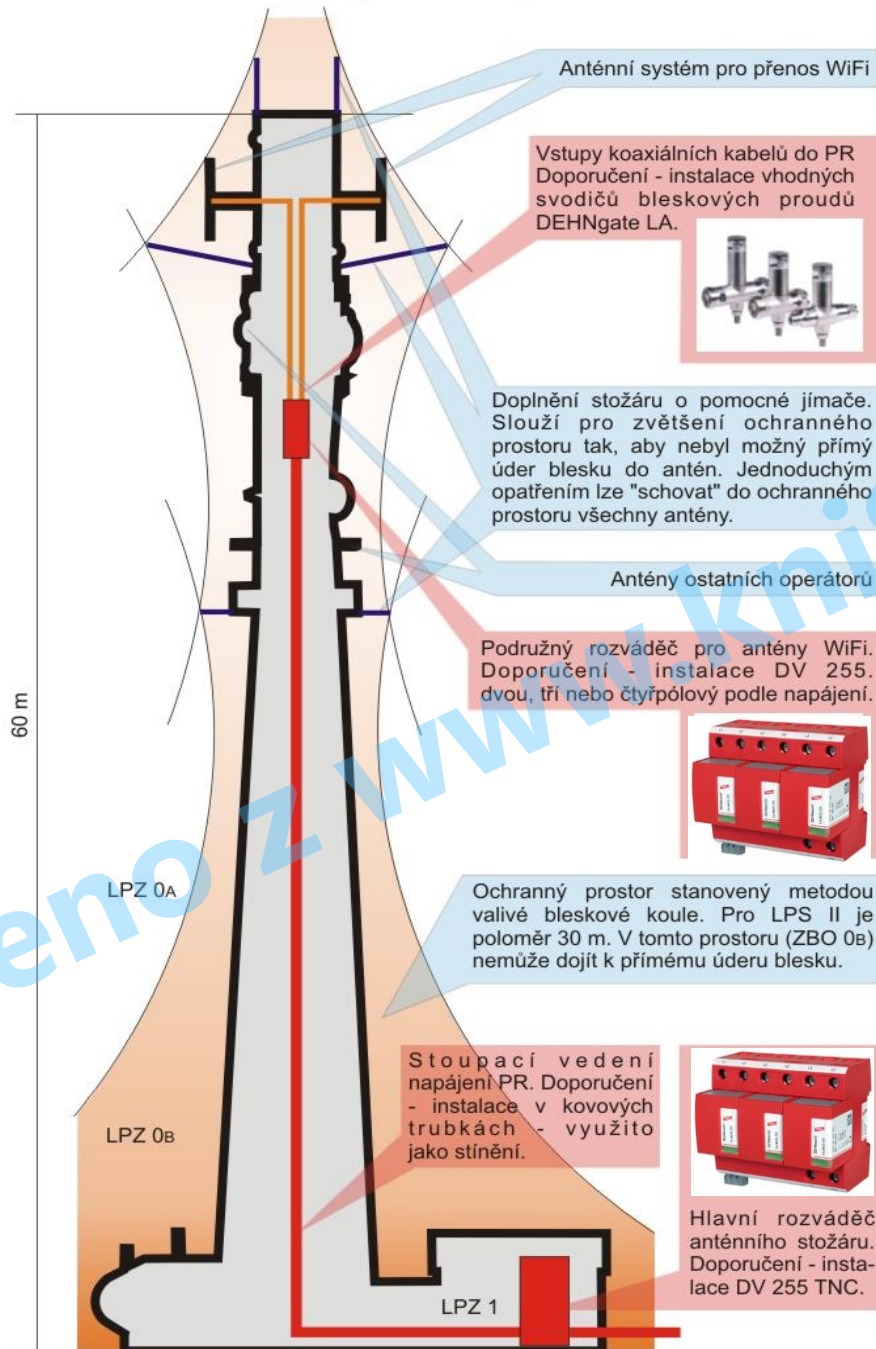
# Typické zapojení SPD pro koaxiální vodič



# Zásah blesku do antény – vyrovnání potenciálu



# Příklad ochrany anténního systému na výškovém stožáru

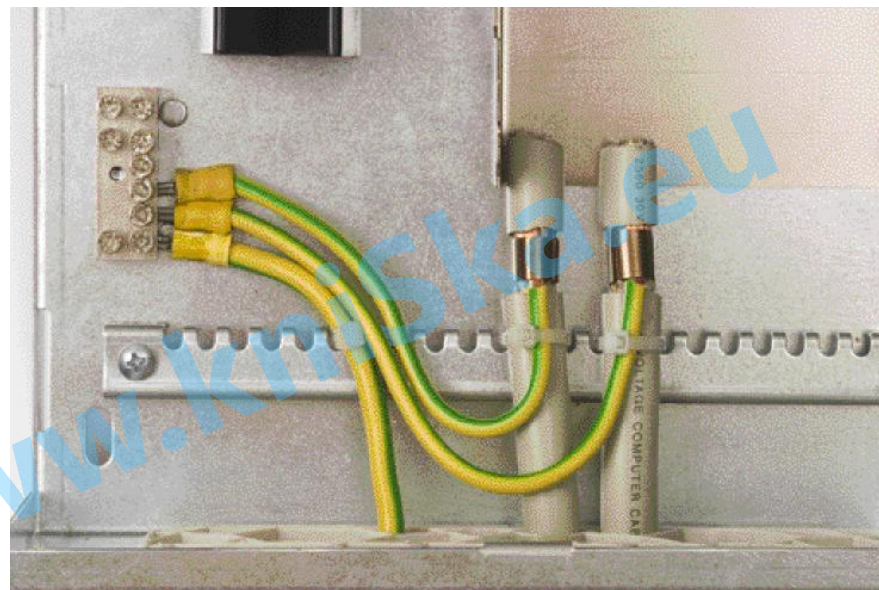


# Připojení stínění svorkami SAK XX AS V4A



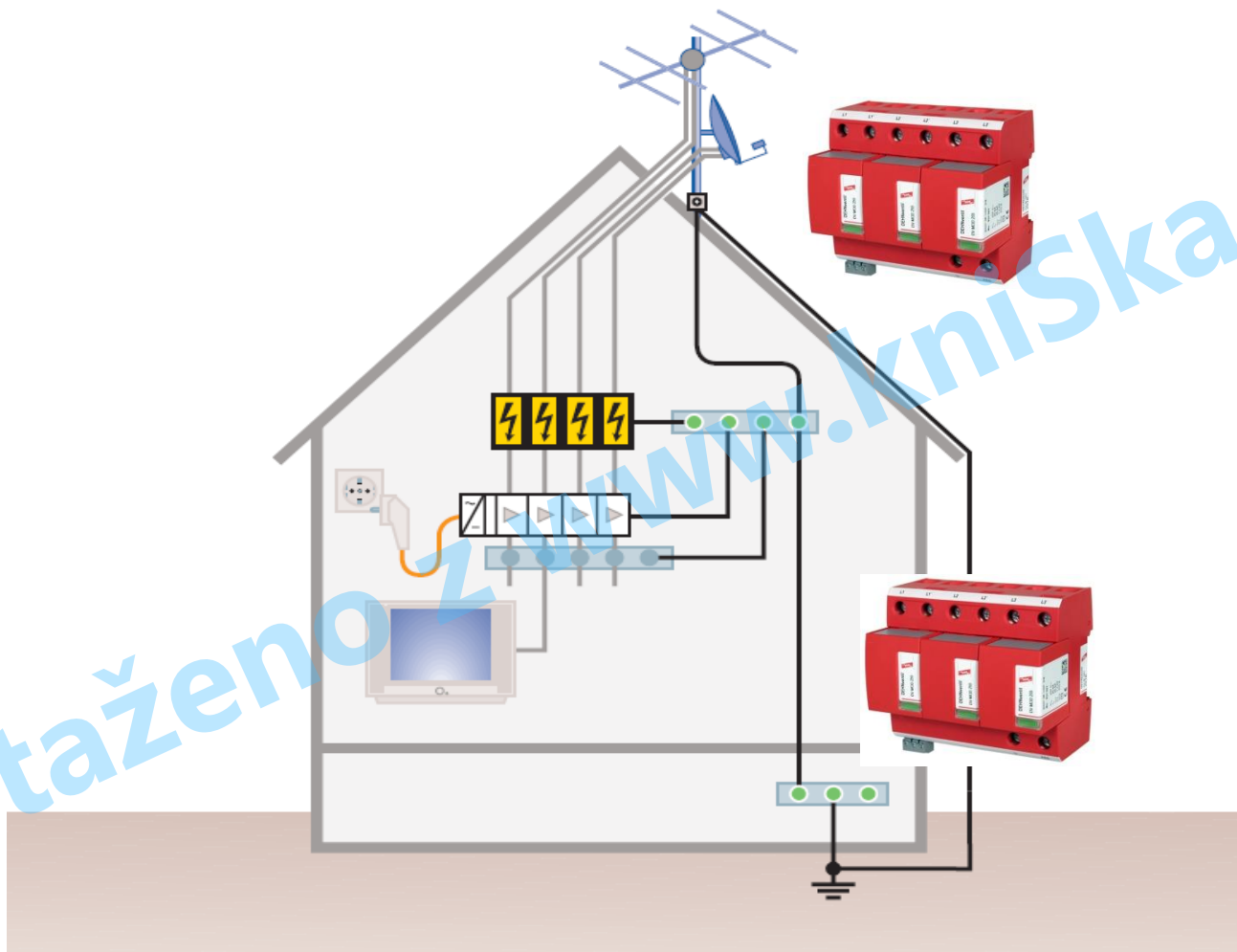
XX = 10, 14, 18, 21, 26, 23 mm

# Kontaktní perka SA KRF

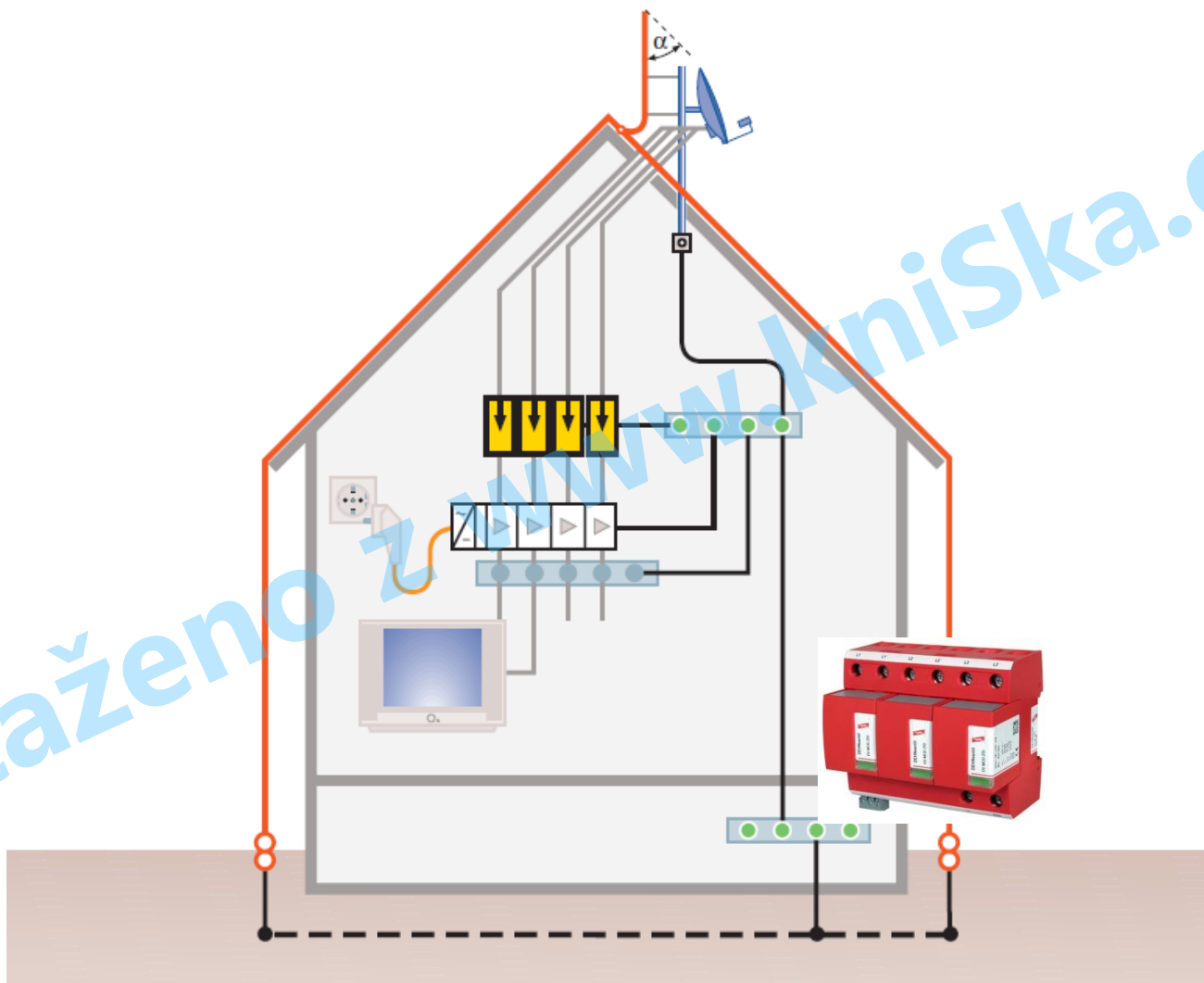


- Svodová schopnost až 10 kA 10/350
- 8 druhů pro průměry 4-94 mm
- Materiál: Korozivzdorná ocel V2A

# Aténa připojená k jímací soustavě



# Anténa v ochranném prostoru jímací soustavy



# Antennen mit Rundstrahl-Charakteristik Omni-Antennen (Omnidirectional Antennas)



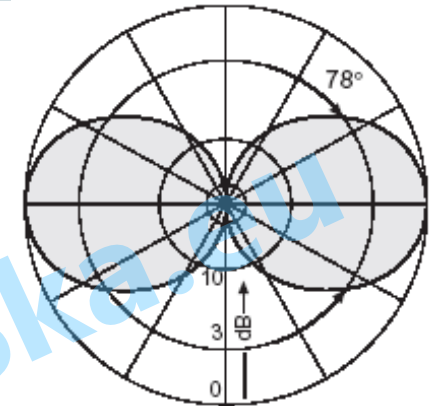
## Omni 450 360° 2dBi

Typ Nr.	737 003	K 75 11 21
Eingang	N Buchse	
Frequenzbereich	370 – 430 MHz	406 – 470 MHz
VSWR	< 1,5	
Gewinn	2 dBi	
Impedanz	50 Ω	
Polarisation	Vertikal	
Max. Belastung	100 Watt (bei 50 °C Umgebungstemperatur)	
Gewicht	1 kg	0,8 kg
Windlast	20 N (bei 150km/h)	
Max. Windgeschwindigkeit	200 km/h	
Verpackungsgröße	112 x 97 x 654 mm	112 x 97 x 614 mm
Antennenhöhe	552 mm	510 mm

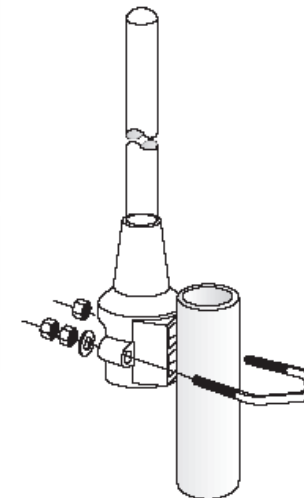
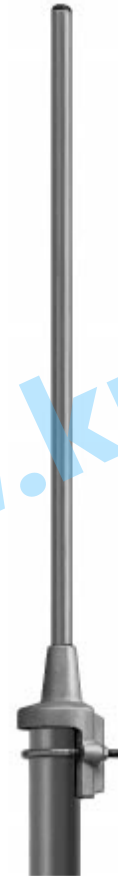
**Material:**  
 Strahler: Messing.  
 Schutzrohr: Fiberglas, Ø 21 mm, Farbe: Grau.  
 Antennenfuß: Aluminium.  
 Befestigungsbügel, alle Schrauben und Muttern: Rostfreier Stahl.

**Befestigung:**  
 Die Antenne kann mit mitgelieferter Klemmvorrichtung auf zwei Arten montiert werden:  
 1. Auf die Mastspitze von Rohrmasten mit 40 – 54 mm Ø. Das Anschlußkabel wird innerhalb des Mastes geführt.  
 2. Seitlich an der Mastspitze von Rohrmasten mit 20 – 54 mm Ø. Das Anschlußkabel wird außerhalb des Mastes geführt.

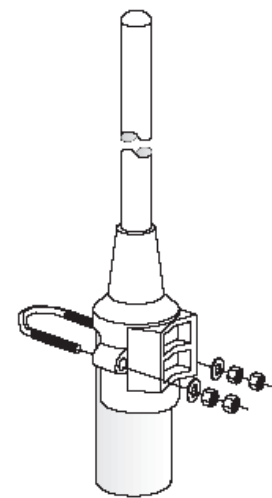
**Blitzschutz:**  
 Alle Metallteile der Antenne, die mitgelieferte Klemmvorrichtung und der Innenleiter liegen an Masse.



Strahlungsdiagramm vertikal



Seitlich am Mast



Auf der Mastspitze

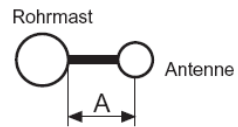


# Strahlungsdiagramme für seitlich am Mast montierte Rundstrahler



Beispiele für Horizontal-Strahlungsdiagramme bei  $A = 0,25 \lambda$ ;  $0,5 \lambda$ ;  $0,75 \lambda$   
(diese Beispiele gelten auch für K 75 29 2).

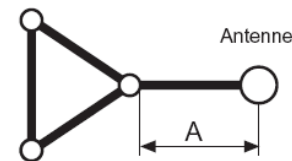
Abstand A:



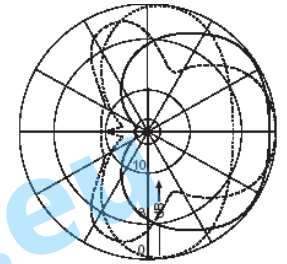
Mastdurchmesser	Horizontaldiagramm in relativer Feldstärke
60 mm	
160 mm	

- $A = 0,25 \lambda$
- .....  $A = 0,5 \lambda$
- $A = 0,75 \lambda$

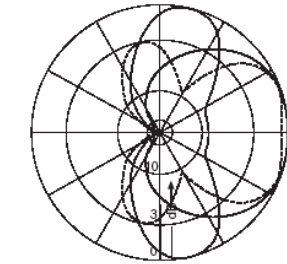
Gittermast



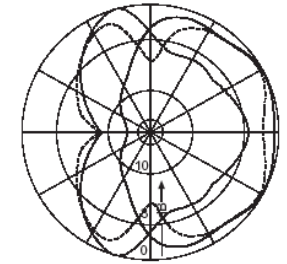
250 mm



600 mm



Dreiecks-Gittermast mit 500 mm Seitenlänge



Zdroj: www.kathrein.de

# Oddálený hromosvod pro Omni-anténu



Zdroj:  
Elektro Schneider,  
Wipfeld

# Oddálený hromosvod pro Omni-anténu

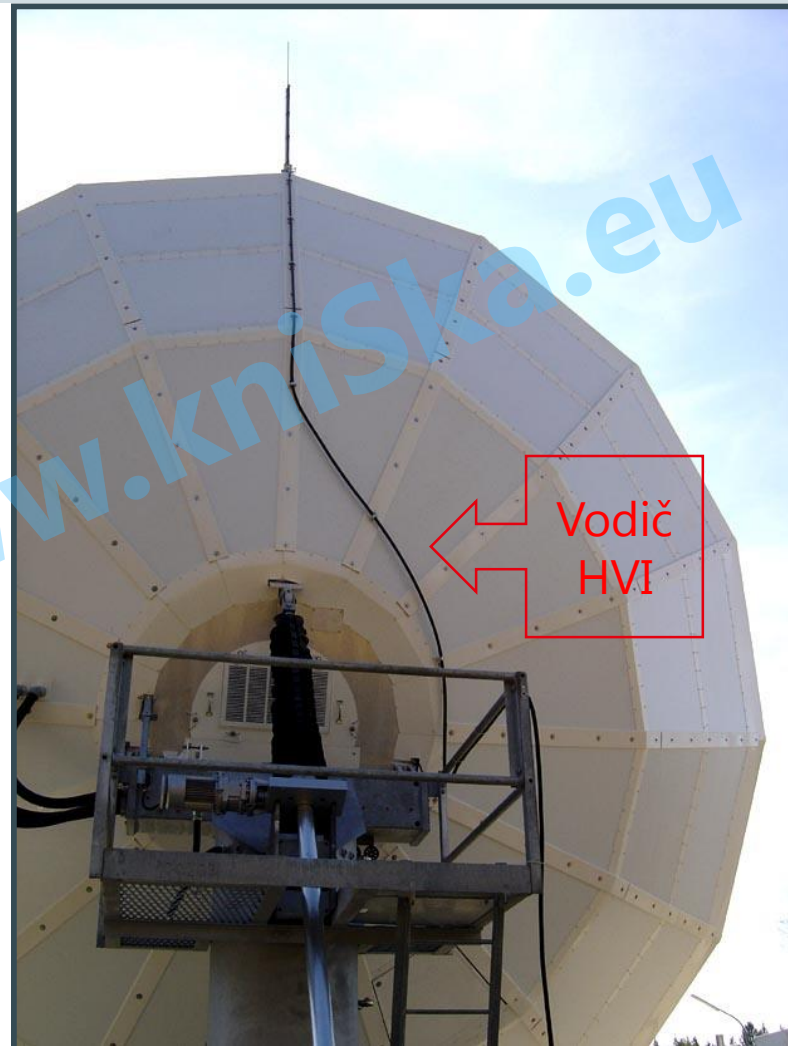


# Oddálený hromosvod - Omni-anténa



Zdroj: Ing.-Büro ELTA, Oberschöna

# Izolovaná jímací soustava RTL II-Antenne, Geiseltasteig/München



Zdroj: Franz Rothlehner GmbH, Eggenfelden

# DEHNconductor System

## Ochrana radarového systému



HVI® vodič

Staženo z [www.kniška.eu](http://www.kniška.eu)

Zdroj: Püschel GmbH, Dieburg

# Ochrana sloupu pro antény



# Anténa poškozená bleskem





# Anténa poškozená bleskem





# Montážní a projekční chyby při instalaci LPS

## Jaká je izolační vzdálenost?



## Jaká je izolační vzdálenost?



# Jaká je izolační vzdálenost?



# Rodinný dům



**Autor: Jan Hájek**

**Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1**

## Popis výchozího stavu:

RD je umístěný na okraji obytné zástavby s vícepatrovými domy, z druhé strany stromový porost a průmyslový objekt s vysokým komínem.

Projektová dokumentace se stavebním povolením vydaným před platností SZ. 183/2006 Sb. A vyhlášky 499/2006 Sb.

RD o **rozměrech 11 m x 11,8 m x s výškou okapu 4,5 m, výška hřebenu 8,5 m** s jedním nadzemním patrem, obytným podkrovím, budova je v celém půdorysu podsklepená.

Na objektu je jímací soustava, **z větší části** v souladu s ČSN 34 1390 z 1969, oproti požadavkům normy ČSN 34 1390 byla zemnicí soustava realizována jako kvalitativně lepší a pro stavebníka výhodnější formou základového zemniče se dvěma vývody pro svody jímací soustavy. **V rozporu s požadavkem čl. 114 ČSN 34 1390** (byla spojena neživá část elektrického zařízení s jímací soustavou) nebyl zemnič jímací soustavy propojen s vodičem PEN, přivedeným do objektu. **Nebyly nasazeny** dle téhož článku bleskojistky na vstupující vodiče.

Pozice nově instalovaných svodů a zemničů



Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1



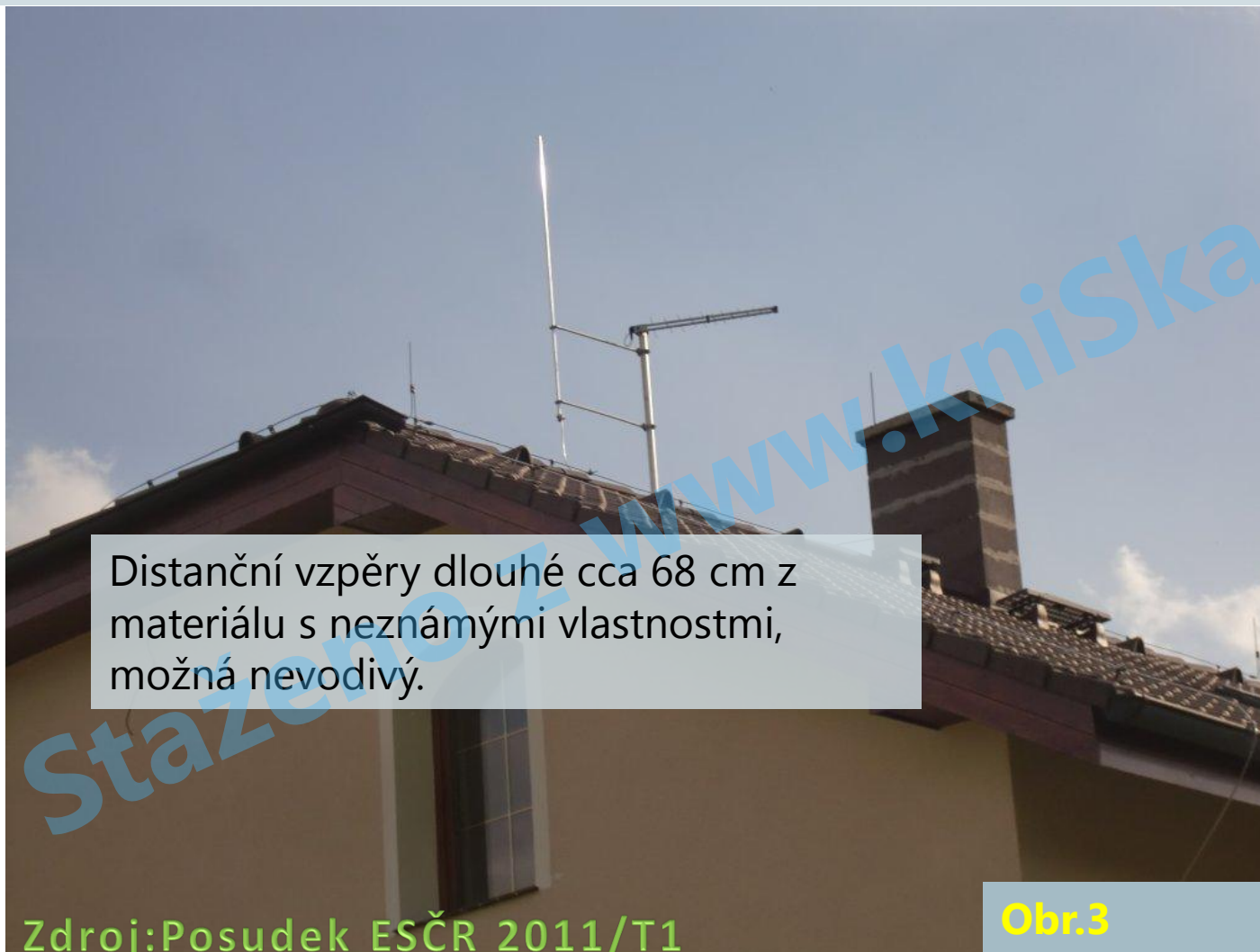
Hrubé chyby řešení:

Doplněné svody mají samostatné zemniče, které vykazují horší vlastnosti než základový zemnič, jejich vliv na rozdělení bleskového proudu bude pouze zanedbatelný. Většina bleskového proudu poteče dvěma původními svody do základového zemniče.

Není proveden výpočet dostatečné vzdálenosti dle čl. 6.3 ČSN EN 62305-3.

Ač neproveden výpočet dostatečné vzdálenosti  $s$ , je na anténě instalován pokus o izolovaný hromosvod, délka tyčí neznámého koeficientu  $K_m$  (viz. čl. 6.3 ČSN EN 62305-3) byla cca 68 cm. **(obr.4)**

Pokud by byl výše uvedený izolovaný hromosvod instalován s rozmyslem byla by v nejlepším případě vzdálenost  $s$  při koeficientu  $K_m = 0,5$  (vzhledem k neexistenci deklarace tohoto koeficientu výrobcem bude jeho hodnota spíše nižší)  $s = 68$  cm pro pevný materiál a  $s = 34$  cm pro vzduch. **(obr.3)**



Distanční vzpěry dlouhé cca 68 cm z materiálu s neznámými vlastnostmi, možná nevodivý.

Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1

Obr.3

Konstrukce bez statického výpočtu  
odolnosti ve větru .

Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1

Obr.4



Svorky neodpovídající ČSN EN 62 561-1

Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1

Obr.6



Svorka neodpovídající ČSN EN 62 561-1

Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1

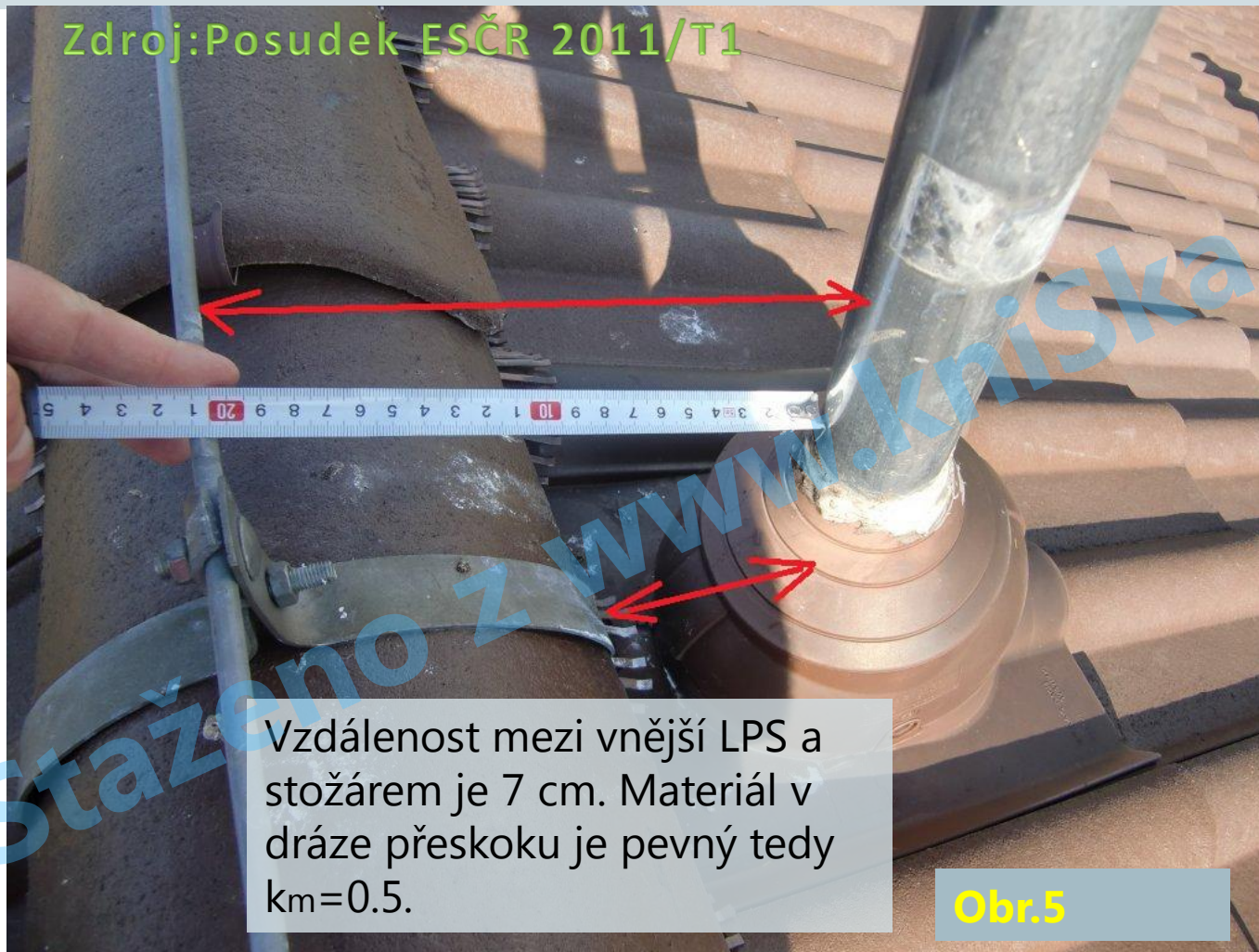
Obr.8

Celá konstrukce na stožáru nemá jasně deklarovanou odolnost proti očekávané rychlosti větru, ani montážní firmou, ani výrobcem. Pro konstrukce na střeše chybí statické výpočty. **(obr.4)**

Hřebenové vedení u paty stožáru se nachází díky propojení s vodivou hřebenovou podpěrou ve vzdušné vzdálenosti 7 cm **(obr.5)** od stožáru, vzhledem k pevnému materiálu v dráze přeskočení (průchodka) tato vzdálenost odpovídá  $s = 3,5$  cm při  $k_m = 1$ , tedy vzduchu!

V tomto místě je ale v nejpříznivějším okamžiku tato hodnota  $s$  při  $k_m = 0,5 = 49$  cm tedy při  $k_m = 1$   $s = 25$  cm (při uvažované LPL III)! To znamená, že tato vzdálenost měla být minimálně 3-6x větší. (více odstavců **Kontrolní propočítání dle ČSN EN 62305-3**)

Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1



Vzdálenost mezi vnější LPS a stožárem je 7 cm. Materiál v dráze přeskočení je pevný tedy  $k_m=0.5$ .

Obr.5



# Rodinný dům

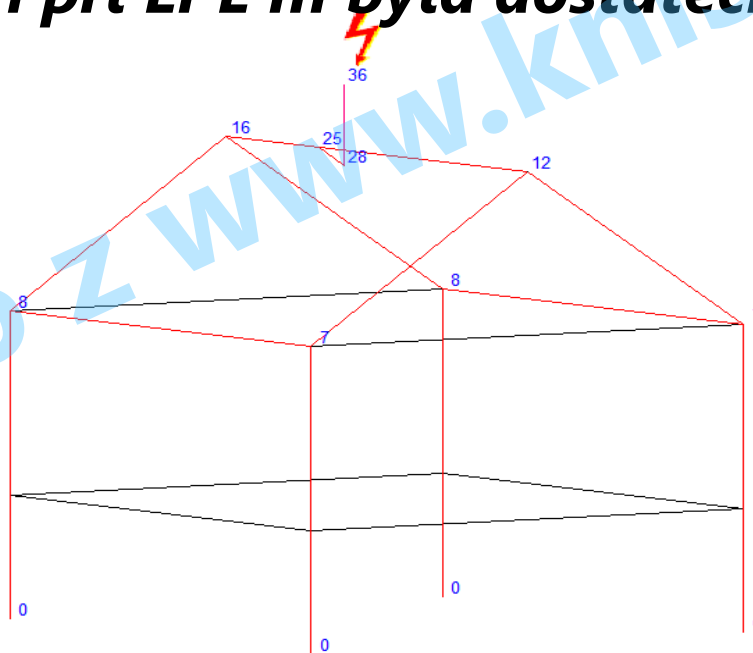


11 m x 11,8 m x výška okapu 4,5 m výška  
hřebenu 8,5 m.

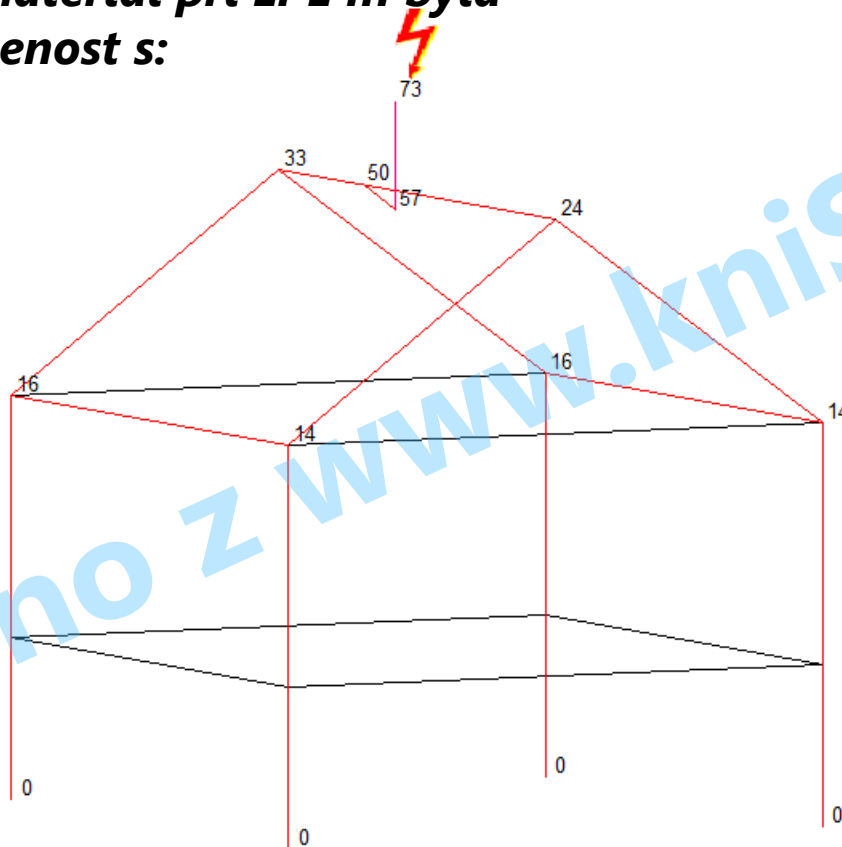


Pouze uvažovaná LPL III, Objekt je vybaven čtyřmi svody.  
V této hypotetické ideální konstelaci by dostatečná vzdálenost pro:

**$K_m = 1$  tedy vzduch při LPL III byla dostatečná vzdálenost  $s$ :**



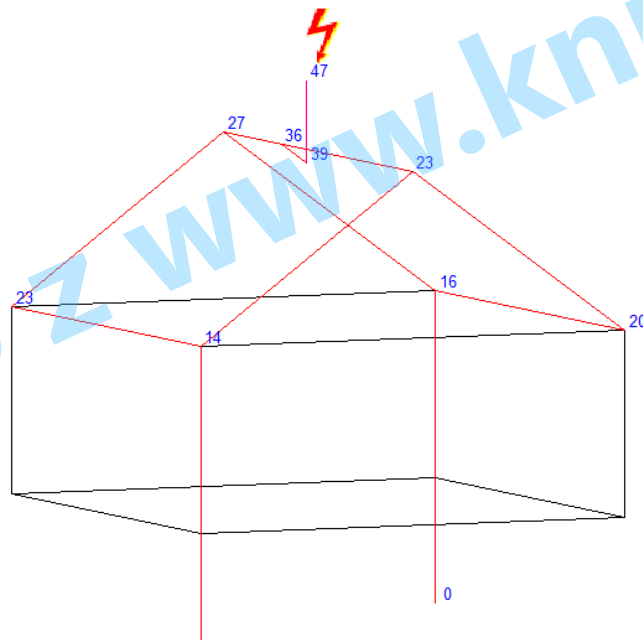
**$K_m = 0,5$  pevný materiál při LPL III byla dostatečná vzdálenost  $s$ :**



## Výpočet dostatečné vzdálenosti při redukci dvou nových svodů

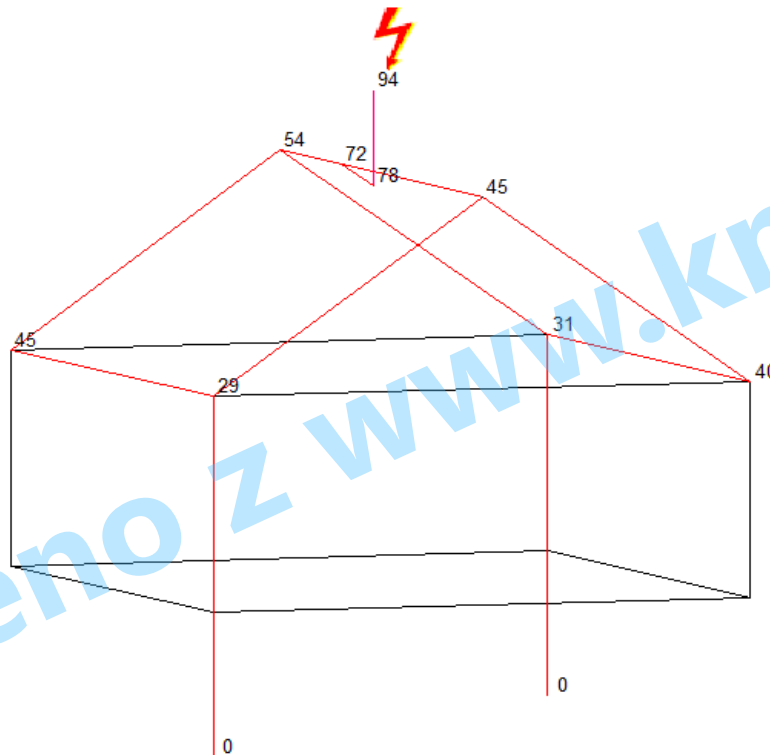
Vzhledem k samostatným zemničům u dvou nových svodů s nepoměrně větším odporem (RT ústně uvedl hodnotu ve výši 12 ohm) by se bleskový proud spíše rozdělil pouze na svody s odporem 2 ohmy uzemněné v zemniči typu B, základovém zemniči. (Tabulka C.1 – Hodnoty koeficientu  $k_c$  z ČSN EN 62305-3)

**Realistický odhad: Při  $K_{rr} = 1$  tedy vzduch bv při LPL III byla dostatečná vzdálenost**



**Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1**

**Realistický odhad: Při  $K_m = 0,5$  tedy pevný materiál by při LPL III byla dostatečná vzdálenost  $s$ :**



Jímací soustava je provedena z měkkého, zřejmě hliníkového drátu bez uvedení výrobce a neznámého souladu s ČSN EN 50 164-2. **(obr.11)**

Anténní stožár je v rozporu požadavkem ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 neuzemněn a klient na to nebyl „odbornou firmou„ upozorněn.

Svorky na jímací tyči a jejím připojení k jímací soustavě nenesou označení výrobce a nejsou tedy v souladu s požadavky ČSN EN 50 164-1. Není pravděpodobné, že by podle této normy byly odzkoušeny a splňovaly na tomto místě vyžadované požadavky třídy H. **(obr.7,8,9)**

Není napojeno oplechování kolem komína. **(obr.10)**

Nejsou napojeny okapové žlaby ve štítech. **(obr.13)**

Pod svorkami jsou umístěny olověné vložky, dochází ke kontaminaci povrchových vod nebezpečným olovem. **(obr.11)**

**Zdroj: Posudek ESČR 2011/T1**



**Děkujeme za pozornost!**