

Realizováno v rámci projektu

**"Přeshraniční vzdělávání v oblasti práce na elektrických  
zařízeních",**

reg. č. CZ.11.3.119/0.0/0.0/16\_013/0002972,

který byl spolufinancován z prostředků

**Evropského fondu pro regionální rozvoj z Programu  
INTERREG V-A Česká republika – Polsko prostřednictvím  
Fondu mikroprojektů 2014-2020 v Euroregionu Silesia.**

Realizátoři:

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.

Politechnika Śląska v Gliwicach.

## Slovníček pojmů

- **Blesk** – elektrický rázový výboj při němž se vyrovnává náboj jedné polaroty s nábojem opačné polaroty (mezi mraky, nebo mezi mrakem a zemí).
- **Ochrana před bleskem** – souhrn opatření sloužících k ochraně objektu a osob, popřípadě ochraně zvířat před účinky atmosférické elektřiny.
- **Hromosvod** – zařízení k sloužící k ochraně objektu a jeho obsahu (vč. osob, popřípadě zvířat) před účinky blesku.
- **Jímací zařízení** – část hromosvodu k zachycení bleskového výboje.
- **Jímač** – svislá vodivá část jímacího zařízení, vyčnívající nad chráněný předmět (popř. kovová jímací tyč apod.).
- **Pomocný jímač** – jímač z drátu, jeho svislá část přečnívá asi 30 cm nad chráněný předmět.
- **Jímací vedení** – vedení uložené na chráněném objektu a určené k zachycení blesku.
- **Svody** – vodivé spojení jímacího zařízení s uzemněním.

## Slovníček pojmů

- **Hlavní svod** – samostatné vedení spojující jímací zařízení s uzemněním.
- **Náhodný svod** – součásti stavby, které obvykle slouží též jinému účelu (např. kovové žebříky) jsou navzájem spolehlivě vodivě propojeny a dobře uzemněny tak, aby mohly svést proud blesku do země.
- **Spojovací vedení** – vedení spojující jímací zařízení nebo kovové předměty na budově nebo v ní navzájem nebo svody.
- **Uzemnění** – zařízení pro přechod blesku do země, tvořené zemním vedením s připojeným zemničem (zemniči).
- **Uzemňovací soustava** – souhrn navzájem a trvale spojených uzemnění objektu.
- **Zemní vedení** – spojovací vedení od zkušební svorky k zemniči nebo propojení zemničů v zemi, jako např. okružní vedení.
- **Zemnič** – kovové těleso (jednoduché nebo složené z několika navzájem spojených elektrod) uložené do země tak, aby vytvořilo vodivé spojení se zemi.

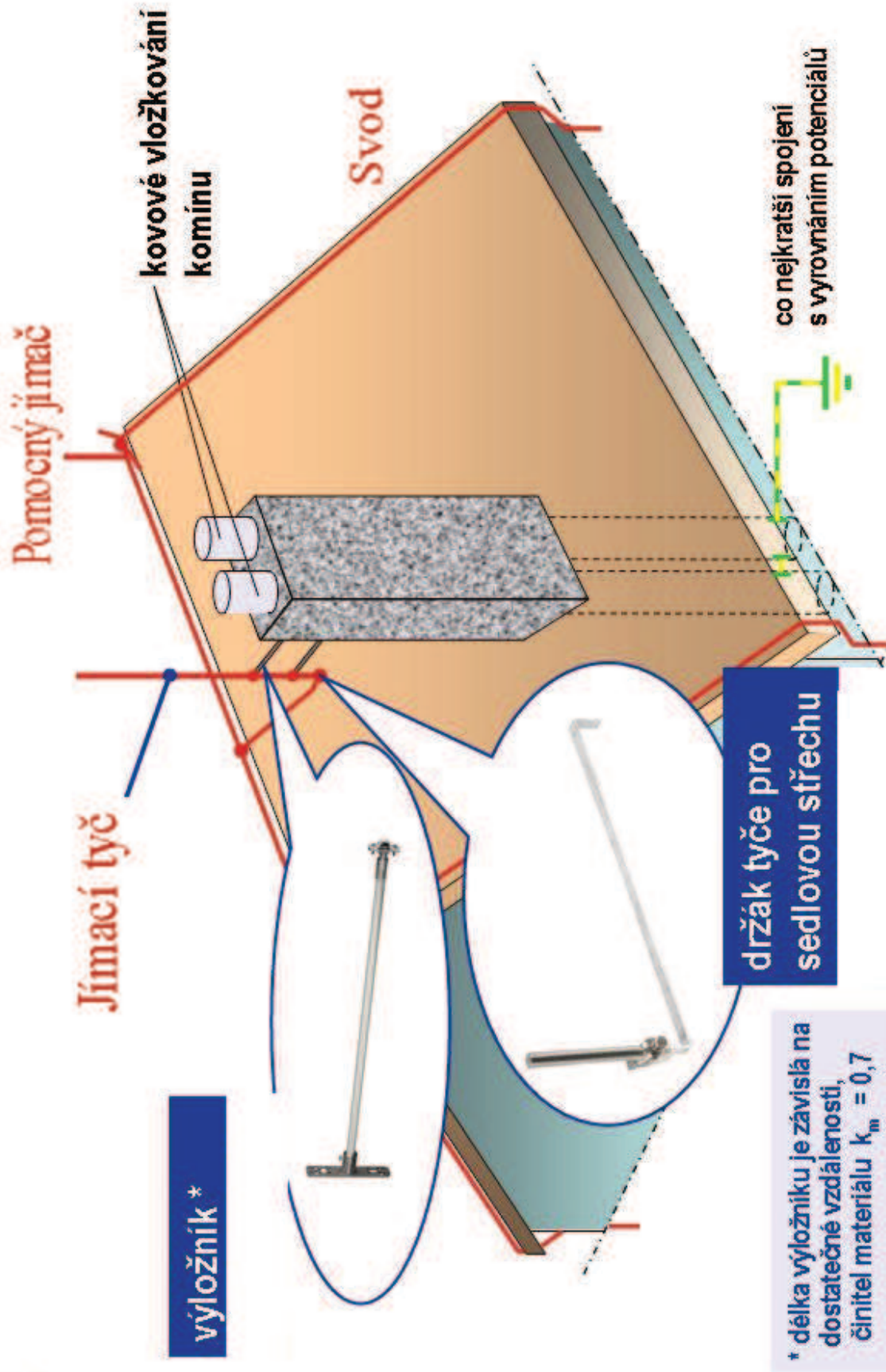
## Slovníček pojmů

- **LEMP (lightning electromagnetic impulse) – elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem** – elektromagnetické účinky bleskového proudu, zahrnuje impulzy přivedené po vedení, jakož i účinky vyzařovaných impulzních elektromagnetických polí.
- **LPZ (lightning protection zone) – zóna ochrany před bleskem** – zóna, ve které je definováno elektromagnetické prostředí, hranice zón LPZ nemusí nutně být hmotné hranice (například stěny, podlaha nebo strop).
- **LPL (lightning protection level) – hladina ochrany před bleskem** – číslo vztažené k souboru hodnot parametrů bleskového proudu, odpovídající pravděpodobnosti, že příslušné maximální a minimální návrhové hodnoty nebudou u blesků vyskytujících se v přírodě překročeny, hladina ochrany před bleskem se používá pro návrh ochranných opatření podle odpovídajícího souboru parametrů bleskového proudu.



## Slovníček pojmů

- **LPS (lightning protection system) – systém ochrany před bleskem** – kompletní systém používaný pro snížení hmotných škod způsobených úderem blesku do stavby, sestává jak z vnějšího tak i z vnitřního systému ochrany před bleskem.
- **LPMS (LEMP protection measures system) – systém ochranných opatření proti LEMP** – kompletní systém ochranných opatření pro vnitřní systém ochrany před LEMP
- **SPD (surge protective device) – přepět'ové ochranné zařízení** – zařízení určené k omezení přechodných přepětí a ke svedení impulzních proudů; obsahuje alespoň jeden nelineární prvek



\* délka výložníku je závislá na dostatečné vzdálenosti, čísel materiálu  $k_m = 0,7$

## Škody a ztráty

### Příčiny poškození:

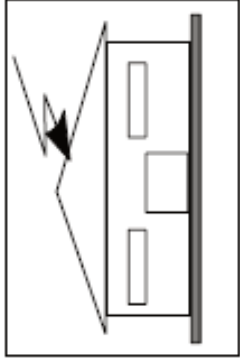
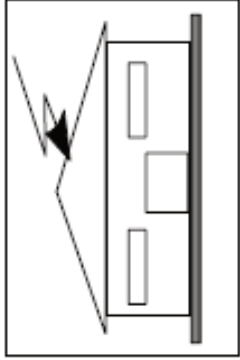
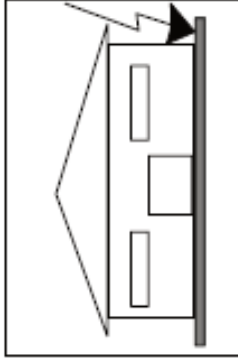
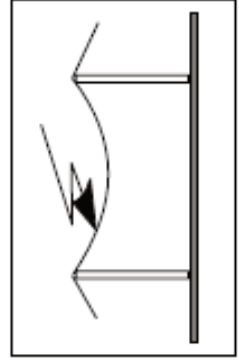
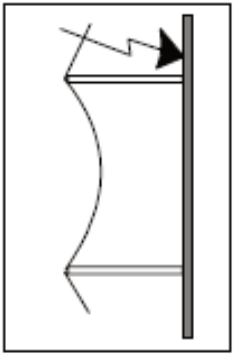
- údery do stavby;
- údery v blízkosti stavby;
- údery do inženýrských sítí;
- údery v blízkosti inženýrských sítí.

### Typy škod:

- úraz živých bytostí;
- hmotná škoda;
- porucha elektrických a elektronických systémů.

### Typy ztrát:

- ztráty na lidských životech;
- ztráty na veřejných službách;
- ztráty na kulturním dědictví;
- ztráty ekonomické hodnoty (stavby a jejího obsahu, inženýrské sítě a ztráta činnosti).

Místo úderu		Příčina poškození	Typ poškození	Typ ztráty
Stavba		S1	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>**</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>*</sup> , L2, L4
V blízkosti stavby		S2	D3	L1 <sup>*</sup> , L2, L4
Inženýrská síť připojená ke stavbě		S3	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>**</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>*</sup> , L2, L4
V blízkosti inženýrské sítě		S4	D3	L1 <sup>*</sup> , L2, L4

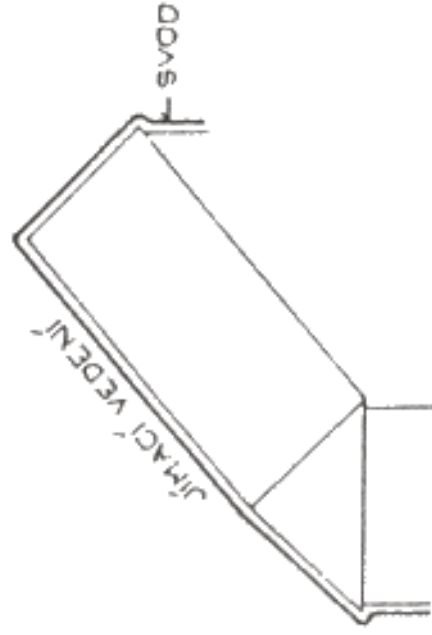
## **Hromosvod nebo jiná ochrana před bleskem se zřizuje na objektech a zařízeních:**

- kde by blesk mohl ohrozit život nebo zdraví většího množství lidí
- kde by blesk mohl způsobit poruchu, kterou by utrpěla velká část obyvatelstva
- kde by blesk mohl způsobit větší škody hospodářské nebo kulturních hodnotách
- na prozatímních staveništních objektech,
- na takových objektech, které pro jejich nedůležitost není nutno chránit, ale jejich požár nebo poškození by mohly ohrozit sousední objekty
- na objektech se zvýšeným nebezpečím zásahu blesku
- u nezastřešených výrobních nebo provozních zařízení

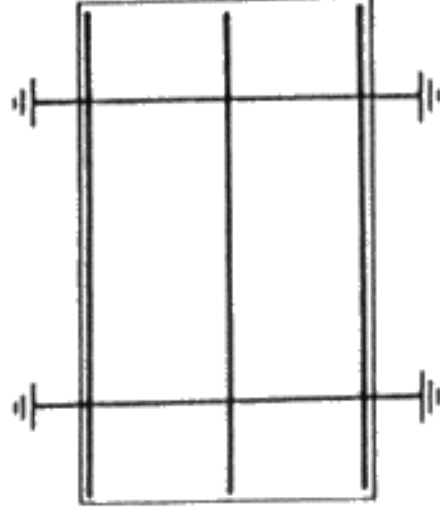
## Druhy hromosvodů

Podle umístění se rozlišují :

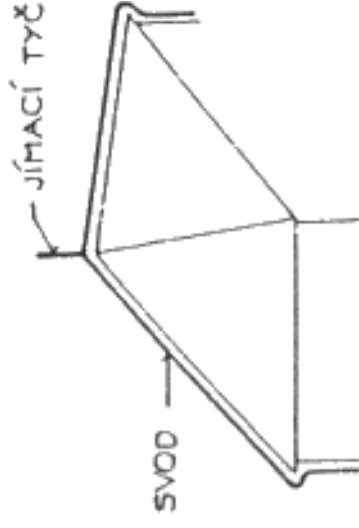
- hromosvody umístěné na chráněných objektech
  - hřebenová soustava
  - mřížová soustava
  - tyčový hromosvod
- hromosvody umístěné mimo chráněný objekt
  - oddálený hromosvod
    - stožárový hromosvod
    - závěsový hromosvod
    - klecový hromosvod



Obr. 1 Hřebenová soustava

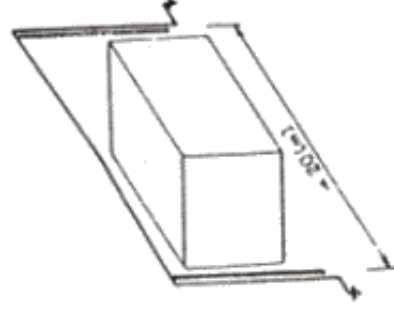


Obr. 2 Mřížová soustava

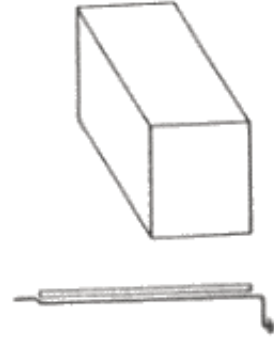


Obr. 3 Tyčový hromosvod

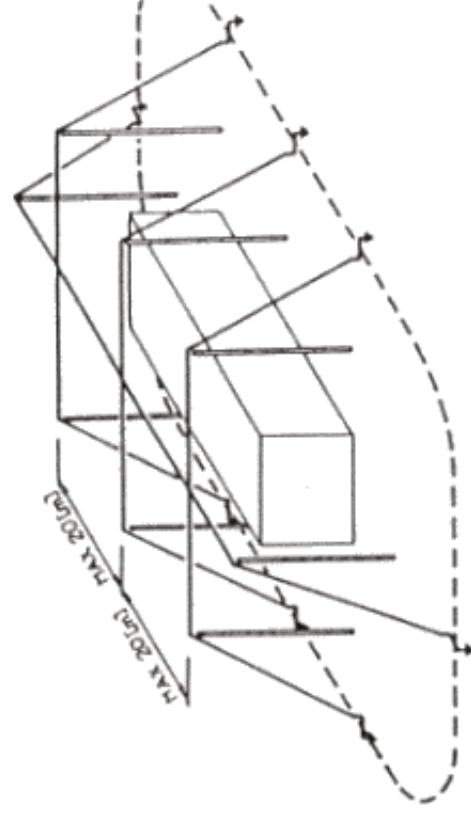
### Oddálený hromosvod



Obr. 5 Závěsný hromosvod



Obr. 4 Stožárový hromosvod



Obr. 6 Klecový hromosvod



PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO





PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO





PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO



# Svody

## **Svody lze provést jako skryté, jedním z těchto způsobů:**

- volně uložené v dutině (kanálku) světlosti aspoň 29 mm, vytvořené ve zdivu (např. nekovovou netříštivou trubkou uloženou v maltě, z drážky zakryté vnějším obkladem),
- pevně uložené v betonové konstrukci nebo zabetonované v drážce ve zdivu.
- Lze použít i armování budovy, kdy spoje musí být řádně svařeny a nebo spojeny speciálními svorkami

## Zkušební svorky

Na přístupném místě se zřizují zkušební svorky. Vodič svodu se spojuje s vývodem uzemnění rozpojitelným šroubovým spojením, umožňujícím snadné rozpojení a opětné spojení, zpravidla normalizovanou zkušební svorkou.

U **vnějších svodů** se zkušební svorka montuje ve výši **1,8 až 2,0 m nad zemí**. U **skrytých svodů** se zkušební svorky umístí buď do skříněk zapuštěných ve zdi objektu ve výši **0,6 až 1,8 m**, nebo do skříněk s ochrannými poklopy zapuštěných v zemi a umístěných na přípustném místě.



PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

# Zkušební svorky



**Na jímací vedení a svody se smí používat jen vodičů podle tabulky č. 1. (v tabulce je uveden výběr nejčastěji používaného materiálu).**

Druh vodiče	Rozměry
Pozinkovaný ocelový drát	Ø 8 mm
Pozinkované ocelové lano	50, 70, 95 mm <sup>2</sup>
Pozinkovaný ocelový pásek	20 x 3 mm
Měděný drát	Ø 6, 7 mm; 50 mm <sup>2</sup>
Měděné lano	25 mm <sup>2</sup>
Měděný pásek	20 x 2,5 mm
Hliníkový drát	Ø 10 mm, 70 mm <sup>2</sup>
Hliníkové lano s ocelovou duší	50, 70, 95 mm <sup>2</sup>
Hliníkový pásek	20 x 4 mm

## Metody návrhu jímací soustavy

- Metoda valící se koule – členité objekty
- Metoda mřížové soustavy – ploché střechy
- Metoda ochranného úhlu

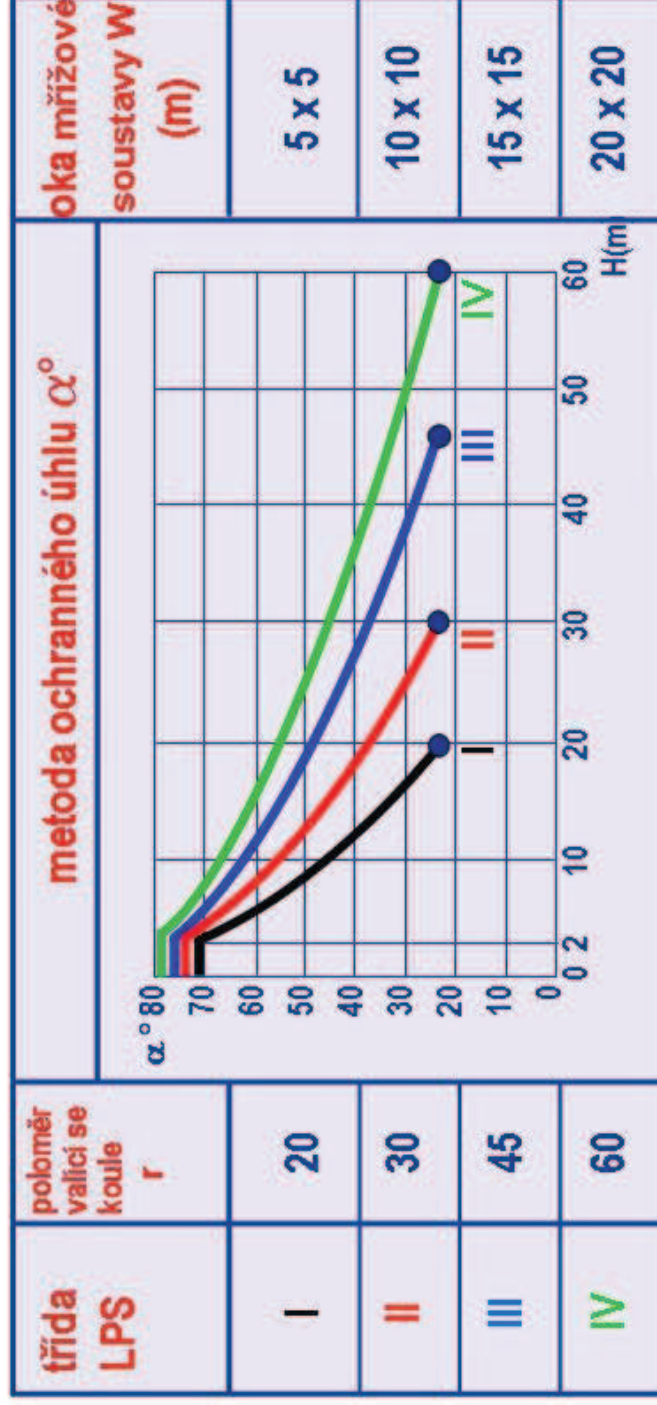
## Rozdíly mezi ČSN EN 62305 a ČSN 34 1390 metody návrhu jímací soustavy



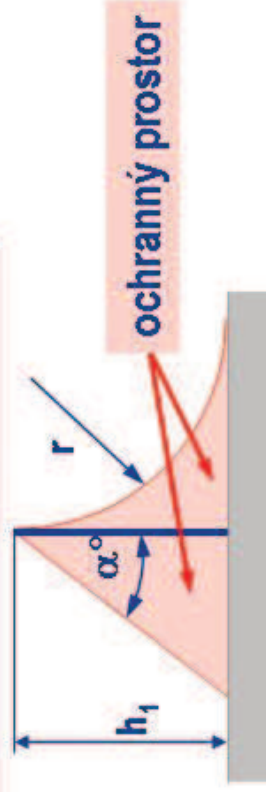
ČSN EN 62305-3 metoda	ČSN 34 1390 metoda
„valící se koule“	-
ochranného úhlu	ochranného úhlu
mřížové soustavy	mřížové soustavy

Norma ČSN 341390 je již neplatná.

## ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života Vnější systém ochrany před bleskem



$h_1$  : výška jímací soustavy od povrchu  
 $r$  : poloměr „valící se koule“  
 $\alpha$  : ochranný úhel



## Vzdálenosti mezi svody a okružním vedením v závislosti na ochranné úrovni



třída LPS	vzdálenosti mezi svody (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Pozn: Svody by měly být rozmístěny po obvodu budovy co nejrovnoměrněji.

## ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavebách a ohrožení života Vnější systém ochrany před bleskem

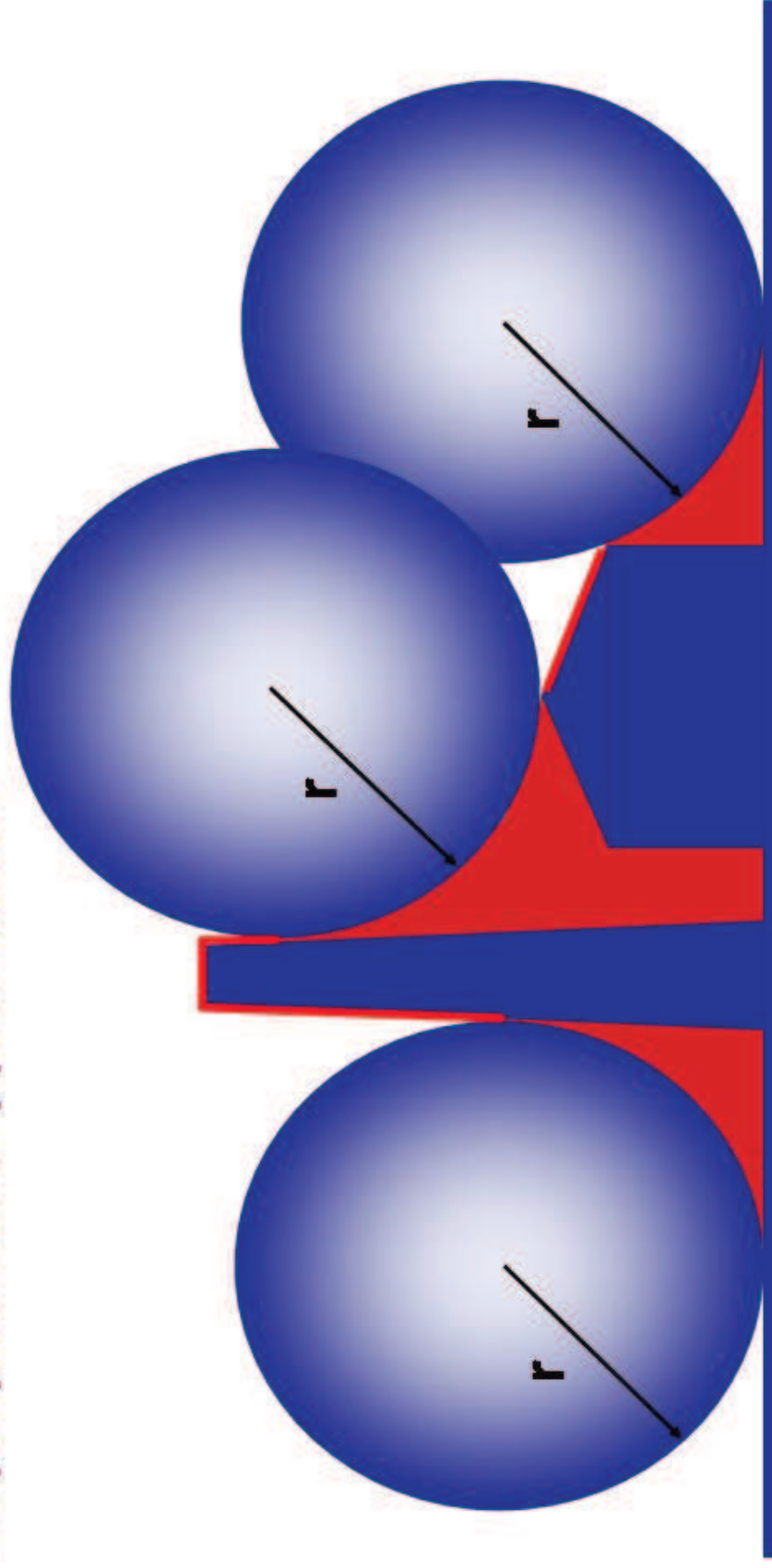


Metoda **valící se koule** je nejuniverzálnější projekční metodou, která je doporučena pro geometricky komplikované případy. Poloměr „valící se koule“ simuluje vstříčný výboj ze země, nebo z jímací soustavy vůči vůdčímu výboji (leaderu), který sestupuje z mraku. Závislost mezi ochrannou úrovní, účinností jímací soustavy, poloměrem „valící se koule“ (dráhou vstříčného výboje) a vrcholovou hodnotou bleskového proudu je znázorněna v tabulce.



## ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života

### Vnější systém ochrany před bleskem



— jímací soustava



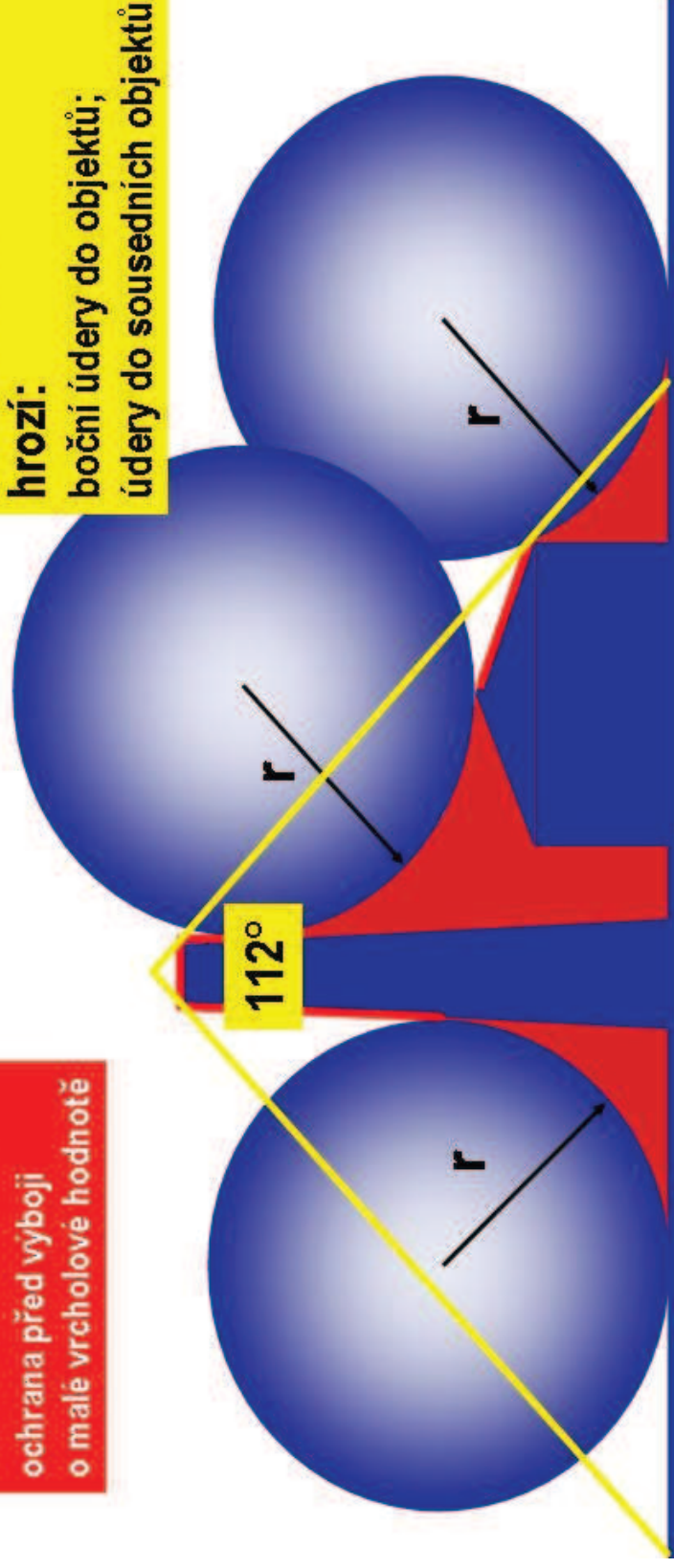
## Rozdíly mezi ČSN EN 62305-3 a ČSN 34 1390 porovnání metody „valící se koule“ a ochranného úhlu

### ČSN EN 62305-3

ochrana před výboji  
o malé vrcholové hodnotě

### ČSN 34 1390

hrozí:  
boční úder do objektů;  
úder do sousedních objektů.



— jímací soustava

ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života

## Vnější systém ochrany před bleskem



**Metoda mřížové soustavy** může být použita univerzálně nezávisle na výšce a tvaru střechy objektu. Jímací soustava musí být umístěna na vnějších hranách objektu. Kovová atika může být použita jako náhodný jímač, splňuje-li podmínky dimenzování.

## Rozdíly mezi ČSN EN 62305-3 a ČSN 34 1390 metoda mřížové soustavy

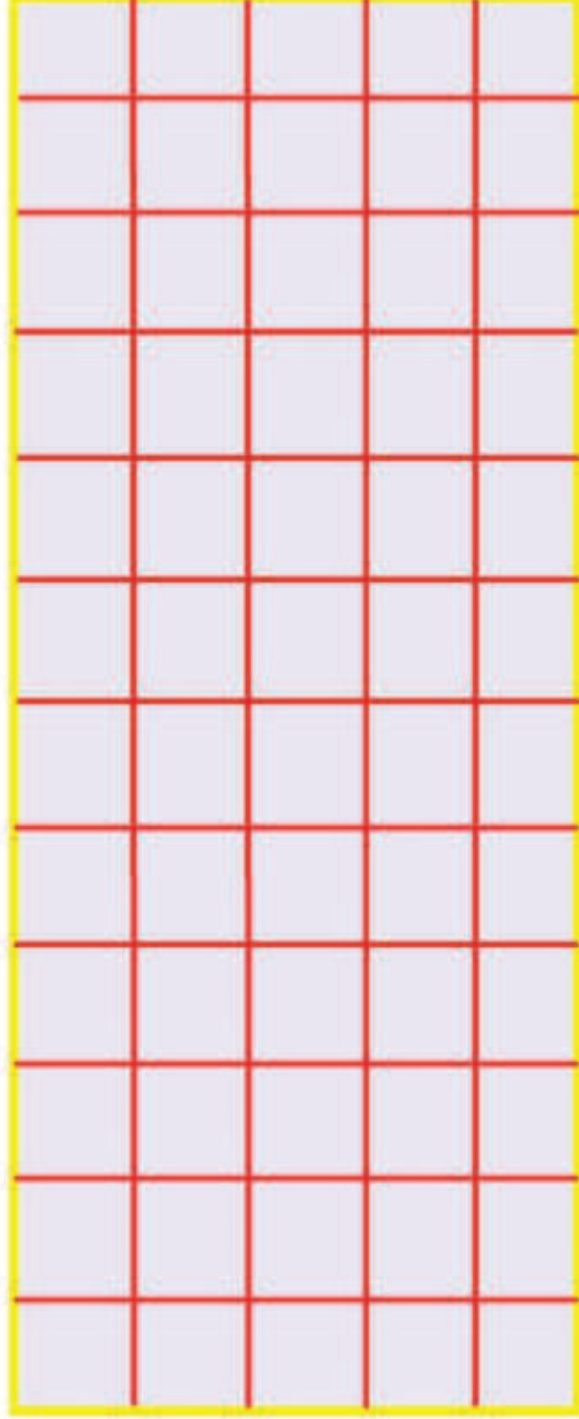


šíře ok mřížové soustavy <i>W</i> [m]					
ČSN EN 62305-3			ČSN 34 1390		
třída LPS					
I	II	III	IV	normální	zesílený
5 x 5	10 x 10	15 x 15	20 x 20	20 x 60 čl. 40	10 x 15 čl. 193 5 x 5 čl. 217
nemocnice banky	supermarkety školy	rod.domy zem. objekty	objekty bez vybavení	nemocnice, školy rod. domy	prostory s nebezpečím požáru nebo výbuchu

**Rozdíly mezi ČSN EN 62305-3 a ČSN 34 1390  
metoda mřížové soustavy – oka mřížové soustavy W  
nemocnice - třída LPS I (půdorys rozměrech 20 x 60 m)**

ČSN EN 62305-3  
5 x 5 m

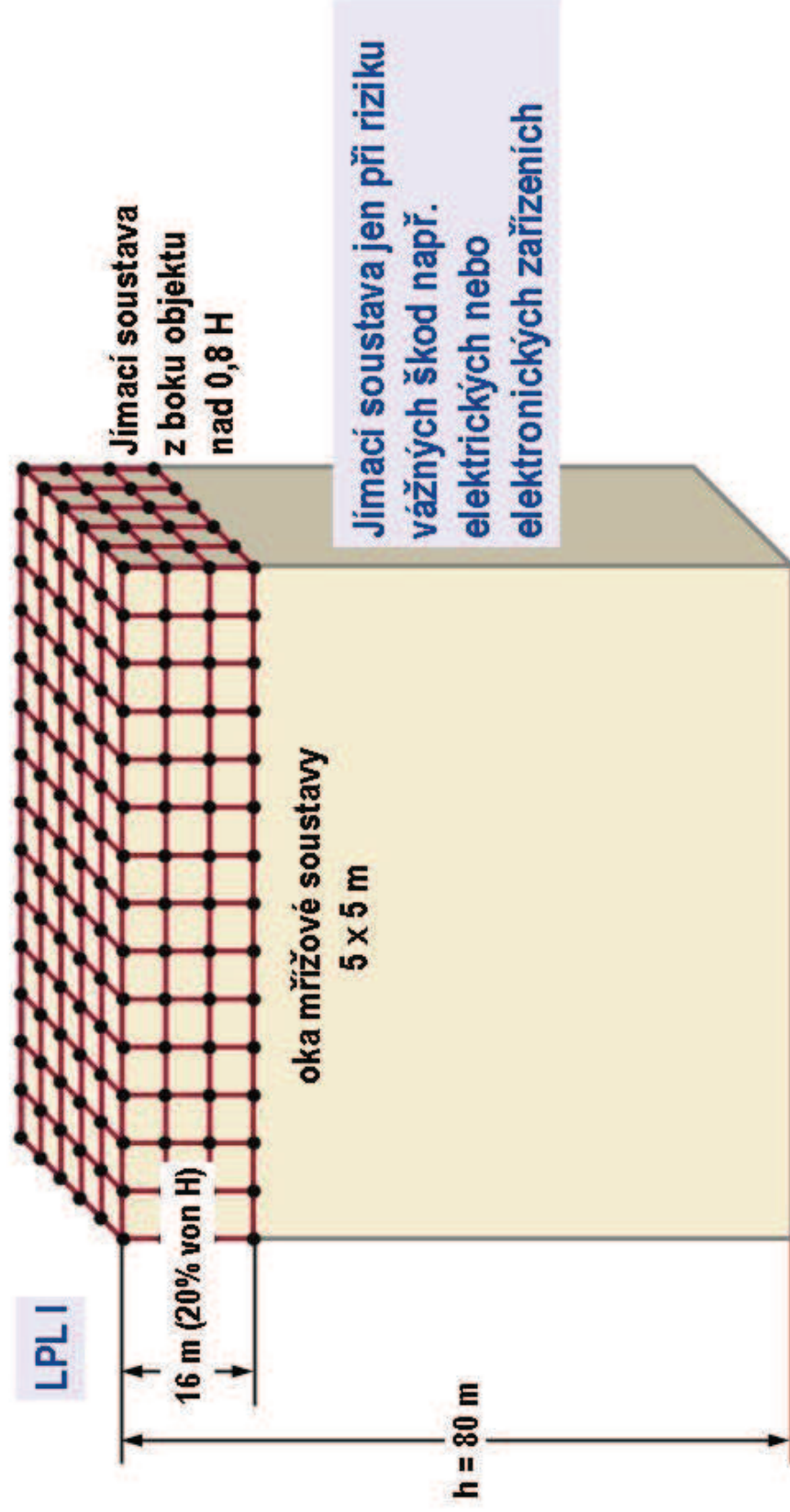
ČSN 34 1390  
20 x 60 m



20 m

60 m

## Jímací soustava chrání budovy vyšší 60 m před bočními údery blesku (LPL I)



ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života

## Vnější systém ochrany před bleskem

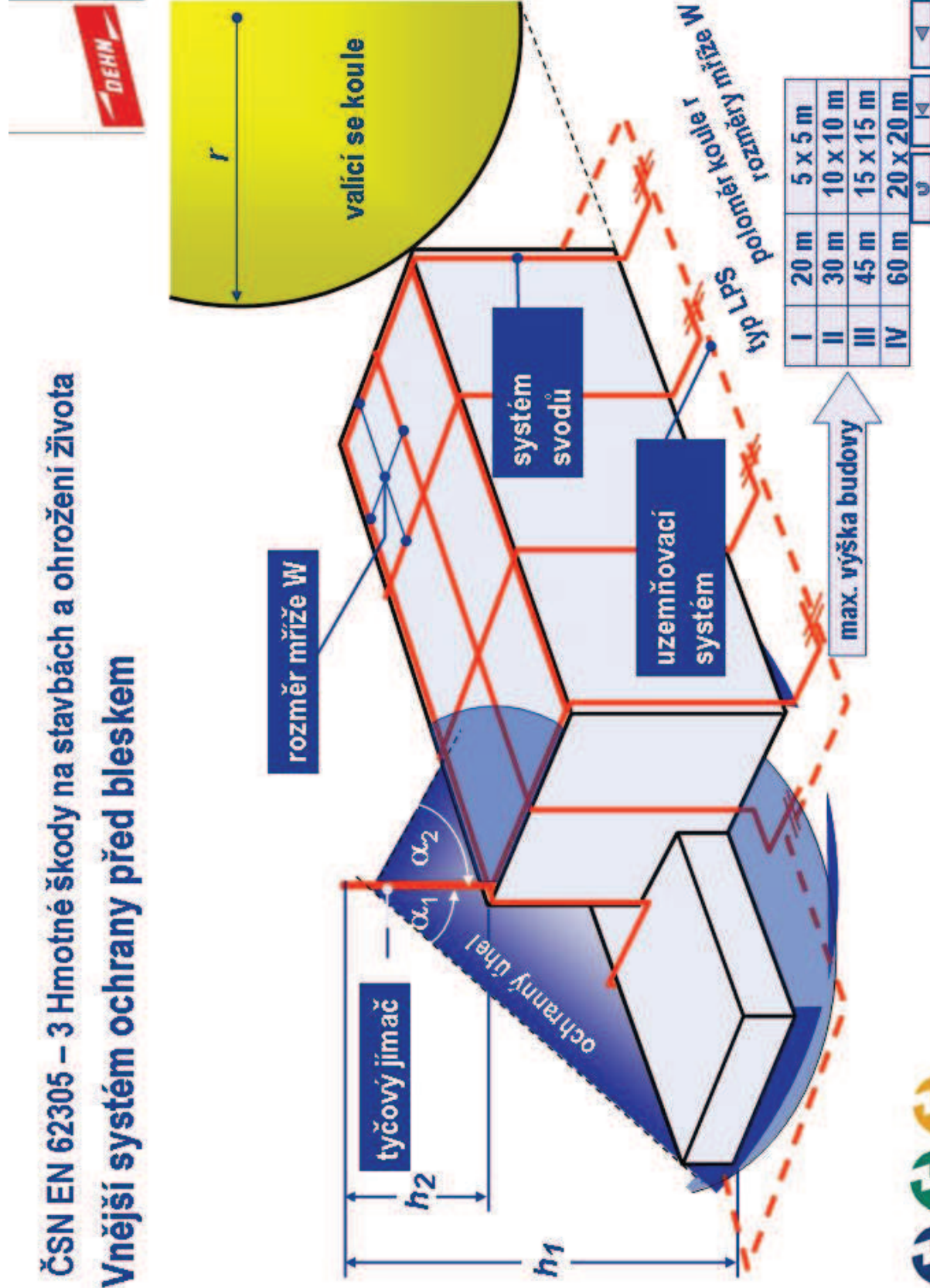
**Metoda ochranného úhlu** je odvozena od metody „valící se koule“ . Tato metoda je vhodná pro budovy se symetrickými rozměry, s příkrými střechami nebo pro střešní nadstavby (antény, klimatizační jednotky).

Ochranný úhel tyčového jímáče je závislý na ochranné úrovni (tříde ochrany) a na výškové úrovni chráněného objektu. Jímací vedení, jímací tyče, oka a dráty by měly být navrženy tak, aby všechna zařízení a konstrukční části, které jsou součástí chráněného objektu, ležely v ochranném prostoru jímací soustavy.

Zároveň by měla být dodržena **dostatečná vzdálenost s** mezi chráněným zařízením a vnější jímací soustavou.



## ČSN EN 62305 – 3 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života Vnější systém ochrany před bleskem





PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

## UZEMNĚNÍ

Pro dobrou funkci hromosvodu je nutno provést uzemnění hromosvodu tak, aby byl za všech okolností vytvořen dobrý kontakt se zemí s co možná **nejmenším zemním odporem**.

Zemní odpor zemniče jednoho svodu nemá být za obvyklých půdních podmínek větší než **10 Ω**.

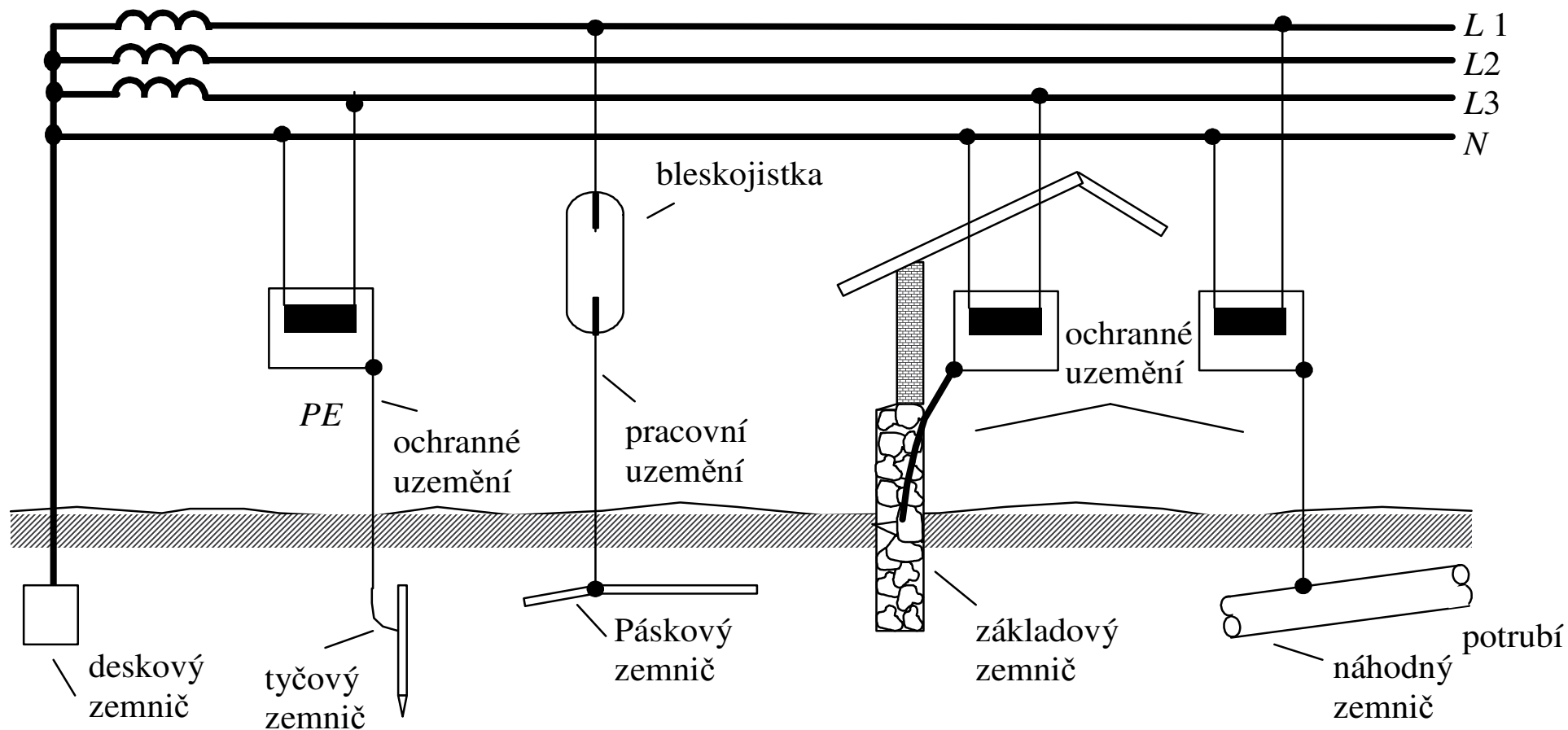
Pro uzemnění se používají zemniče:

- tyčové nebo trubkové
- páskové nebo drátové
- deskové
- základové

**Na uzemnění se smí používat jen zemniče podle tabulky č. 2. (v tabulce je uveden výběr nejčastěji používaného materiálu).**

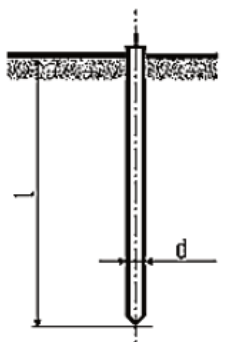
Materiál zemniče	Rozměry
Pozinkovaná ocelová tyč	2000 x Ø 28 mm
Pozinkovaný ocelový drát	Ø 10 mm
Pozinkovaný ocelový pásek	40 x 3 mm
Zemnicí deska	2000 x 250 mm

## Druhy zemničů

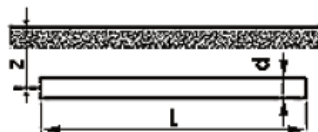


# Výpočet odporu zemniče

## Tyčový zemnič

	Zemní odpor [ $\Omega$ ] (vzorec exaktní)	Podmínky použití	Zemní odpor [ $\Omega$ ] (vzorec pro přibližný odhad)	Podmínky použití
	$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg \frac{d}{2}$	$R = 0,9 \frac{\rho}{l}$	$l \gg \frac{d}{2}$ v rozmezí $l = 1$ až $3$ m

## Páskový nebo drátový vodič



Poznámka: Pro páskový vodič šířky  $b$ : 
$$d = \frac{b}{2}$$

Zemní odpor [ $\Omega$ ] (vzorec exaktní)	Podmínky použití	Zemní odpor [ $\Omega$ ] (vzorec pro přibližný odhad)	Podmínky použití
$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{l}{2z} \right)$	$l \gg d$ $z \ll \frac{l}{4}$	$R = 2 \frac{\rho}{l}$	$l \gg d$ $z \ll \frac{l}{4}$ v rozmezí $l = 10$ až $50$ m

### Páskový nebo drátový vodič v kruhu



$$d = \frac{b}{2}$$

Poznámka: Pro páskový vodič šířky  $b$ :

Zemní odpor $[\Omega]$ (vzorec exaktní)	Podmínky použití	Zemní odpor $[\Omega]$ (vzorec pro přibližný odhad)	Podmínky použití
$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( \ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{l}{2z} \right)$	$D \gg d$ $z \ll \frac{D}{2}$	$R = 2,1 \frac{\rho}{l}$	$D \gg d$ $z \ll \frac{2}{d} \frac{D}{z} \gg 10$

### Páskový nebo drátový vodič paprskový

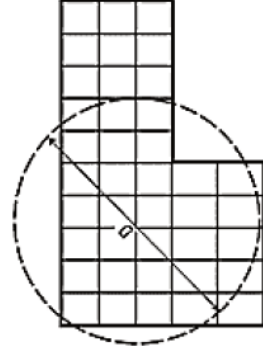
Poznámka: Na povrchu země, popř. v hloubce  $z \ll l$

Zemní odpor $[\Omega]$ (vzorec exaktní)	Podmínky použití	Zemní odpor $[\Omega]$ (vzorec pro přibližný odhad)	Podmínky použití
$R = \frac{\rho}{4\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + 1 \right)$	$l \gg d$	$R = 2,1 \frac{\rho}{l}$	$\frac{l}{4} \gg d$ $l < 30 \text{ m}$

### Mřížová síť

$l$  ... celková délka vodičů

Zemní odpor $[\Omega]$ (vzorec pro přibližný odhad)	Poznámka
$R = \frac{\rho}{2D} + \frac{\rho}{l}$	Pro síť nekruhového tvaru o ploše $S$ $D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$





PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO





PŘEKRAČUJEME HRANICE  
PRZEKRACZAMY GRANICE  
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ  
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

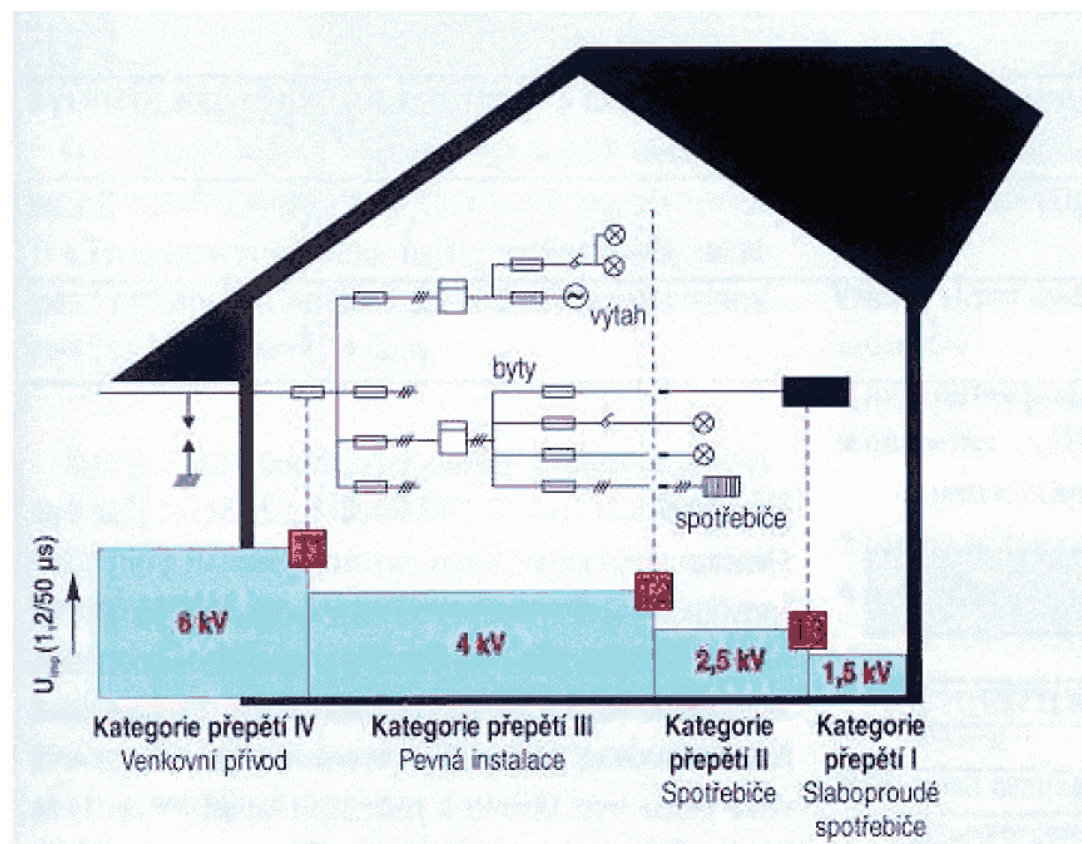


## Svodiče přepětí (SPD)

Aby byl návrh ochrany před LEMP kompletní musí být v objektu vhodně navrženy a nainstalovány svodiče přepětí

!!!

# Kategorie přepětí



kategorie	Popis části elektrického obvodu
IV	pro třífázovou síť nn 3 x 400/230 V na přívodu do budovy, kdy se jedná o začátek instalace, přepětí nemá překročit <b>6 kV</b>
III	za hlavním rozváděčem - zařízení pevné instalace, přepětí nemá překročit <b>4 kV</b>
II	na vývodech z podružných rozváděčů, což je zařízení určené pro připojení k pevné instalaci, přepětí nemá překročit <b>2,5 kV</b>
I	u speciálně chráněných zařízení, (slaboproudých), přepětí nemá překročit <b>1,5 kV</b>

# Svodiče přepětí



- **SPD** typ 1: svodiče schopné svádět při přímých úderech blesku (dílní) bleskové proudy
- **SPD** typ 2: svodiče schopné svádět Plzní přepětí
- **SPD** typ 3: svodiče sloužící k ochraně jednotlivých spotřebičů nebo skupin spotřebičů před pulzním přepětím a připojované k zásuvkám

Pro porovnání je uvedeno nové a dřívější označení:

Označení nové	Označení dřívější	
<b>SPD</b> typ 1 (T1)	1. stupeň	třída B
<b>SPD</b> typ 2 (T2)	2. stupeň	třída C
<b>SPD</b> typ 3 (T3)	3. stupeň	třída D

# SPD typ 3



## Způsoby použití chráněných zásuvek DA-275 PP

