



OCHRANA PŘED BLESKEM

Radek Procházka
(prochazka@fel.cvut.cz)

Projektování v elektroenergetice
ZS 2010/11

OCHRANA PŘED BLESKEM

- dle ČSN EN 62305
 - do 02/2009 paralelně platná ČSN 34 1390
 - závaznost (vyhláška 268/2009 Sb.)
- zřizuje se na objektech a zařízeních:
 - kde by blesk mohl ohrozit život nebo způsobit větší škody (poruchy)
 - na prozatímních staveništních objektech
 - na objektech, jejichž požár (poškození) by mohlo ohrozit sousední objekty

TERMINOLOGIE

- **LPS** (systém ochrany před bleskem)
 - snížení škod vlivem úderu blesku do stavby
 - sestává z:
 - vnějšího LPS (hromosvod)
 - vnitřního LPS (ekvipotenciální pospojování bleskového proudu a/nebo elektrické izolace hromosvodu)
- **Třída LPS**
 - zařazení LPS podle LPL, pro kterou je navržen

TERMINOLOGIE

- **LPL** (hladina ochrany před bleskem)
 - pro návrh ochranných opatření dle odpovídajícího souboru parametrů bleskového proudu
- **LPZ** (zóna ochrany před bleskem)
 - zóna, ve které je definováno určité elektromagnetické prostředí
- **Projektant LPS**
 - specialista, který je způsobilý a má zkušenosti v projektování LPS

ŘÍZENÍ RIZIKA

- obecná rovnice ocenění rizika pro chráněný objekt:

$$R_x = N \cdot P \cdot L$$

N – je počet nebezpečných událostí za rok

(hustota úderů blesku do země a charakteristiky chráněného objektu)

P – je pravděpodobnost poškození stavby

(vlastnosti chráněného objektu, ochranná opatření)

L – následné ztráty

(přítomnost osob, typ služeb v objektu, hodnota zboží..., opatření pro omezení velikosti ztrát)

KLASIFIKACE BUDOV (LPL-LPS)

Hladina LPL	Třída LPS	Druh objektu
I	I	budovy s vysoce náročnou výrobou energetické zdroje chemická výroba budovy s prostředím s nebezpečím výbuchu budovy se strategickým významem
II	II	Supermarkety, muzea, školy
III	III	administrativní budovy, obytné budovy, zemědělské stavby
IV	IV	rodinné domy, obyčejné sklady apod.

HROMOSVOD

- hlavní části hromosvodu:
 - jímací soustava
 - soustava svodů
 - uzemnění
- podle umístění se hromosvody rozlišují:
 - izolované (oddálené)
 - dráha bleskového proudu nemůže být v dotyku s chráněnou stavbou
 - neizolované (neoddálené)
 - dráha bleskového proudu může být v dotyku s chráněnou stavbou

JÍMACÍ SOUSTAVA

- může být vytvořena z částí (resp. jejich kombinací):
 - tyče (vč. samostatně stojících stožárů)
 - mřížové vodiče
 - zavěšená lana
- součásti JS na střeše musí být umístěny:
 - na rozích
 - na exponovaných místech
 - na hranách

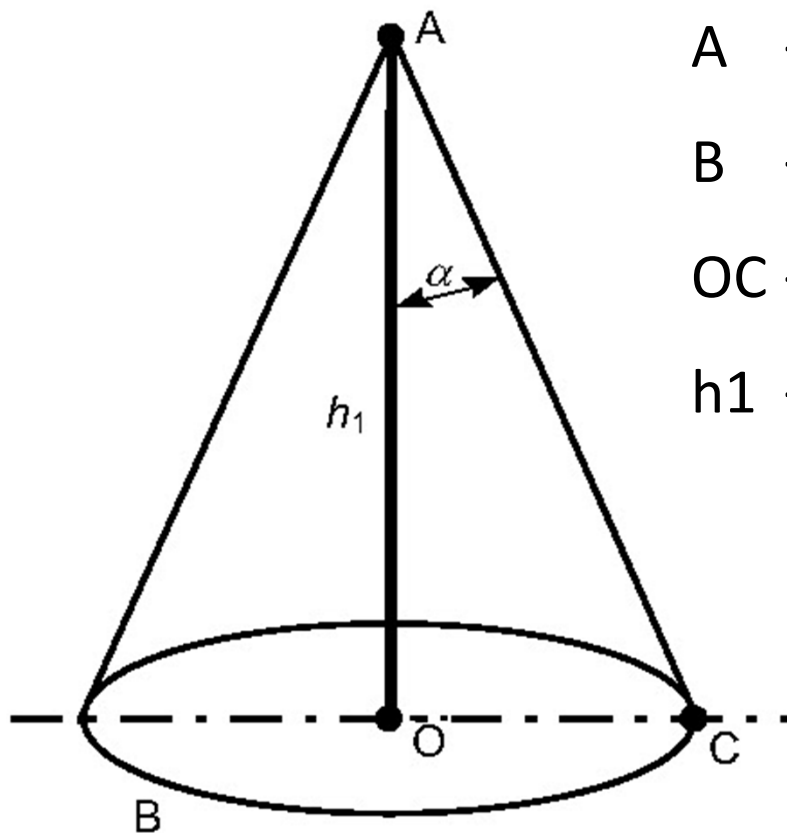
JÍMACÍ SOUSTAVA

- přípustné metody pro návrh JS:
 - a) metoda ochranného úhlu
 - pro jednoduché tvary budov
 - omezení na výšku JS
 - b) metoda mřížové soustavy
 - pro rovinné plochy
 - c) metoda valící se koule
 - univerzální (vhodná pro všechny případy)

a) Metoda ochranného úhlu

- objekt je chráněn, pokud je zcela umístěn uvnitř ochranného prostoru, vytvořeného JS
- ochranný prostor je definován:
 - vrcholovým úhlem α (třída LPS)
 - výškou JS na referenční rovinou

a) Metoda ochranného úhlu



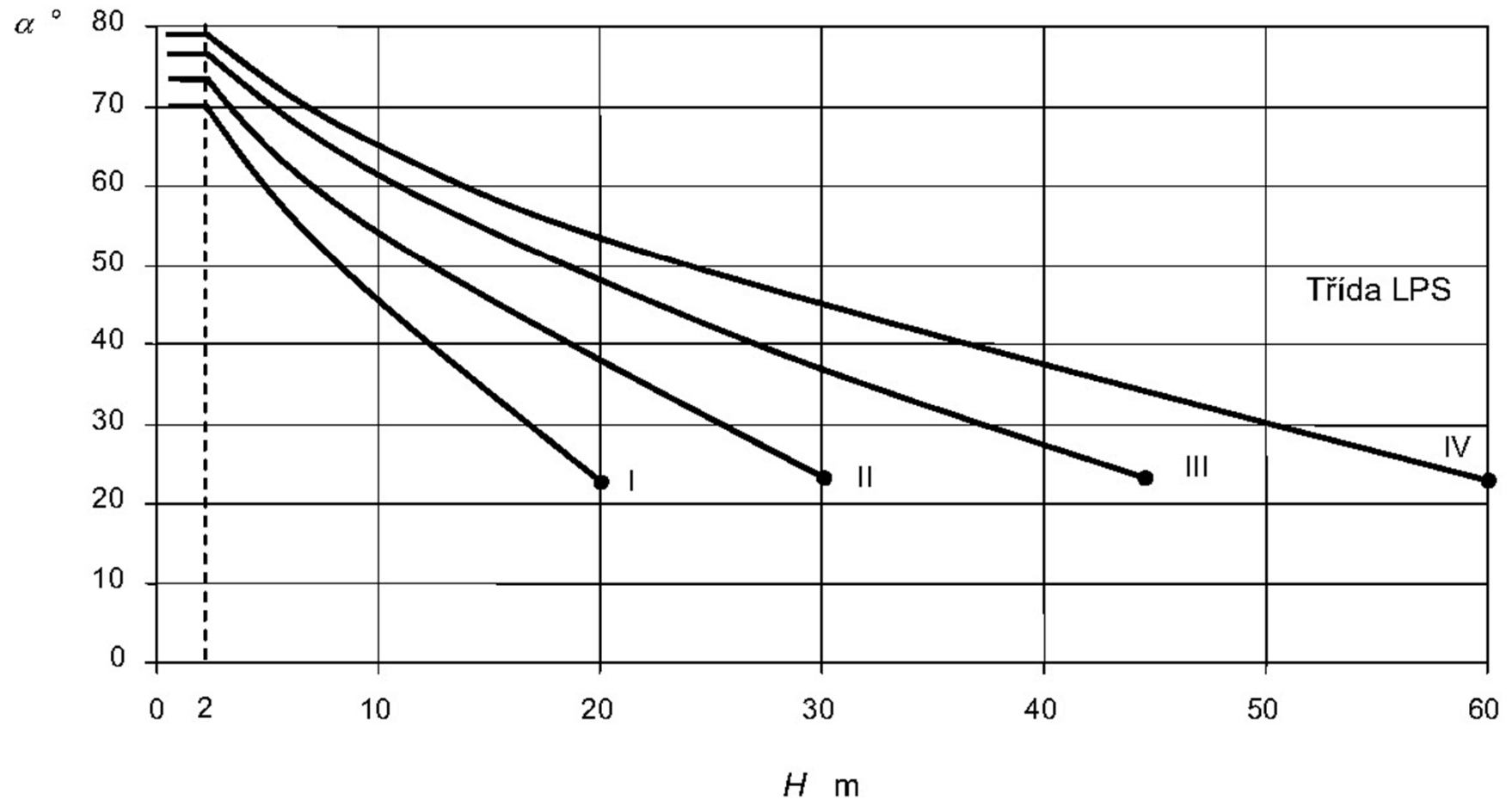
A – vrchol jímací tyče

B – referenční rovina

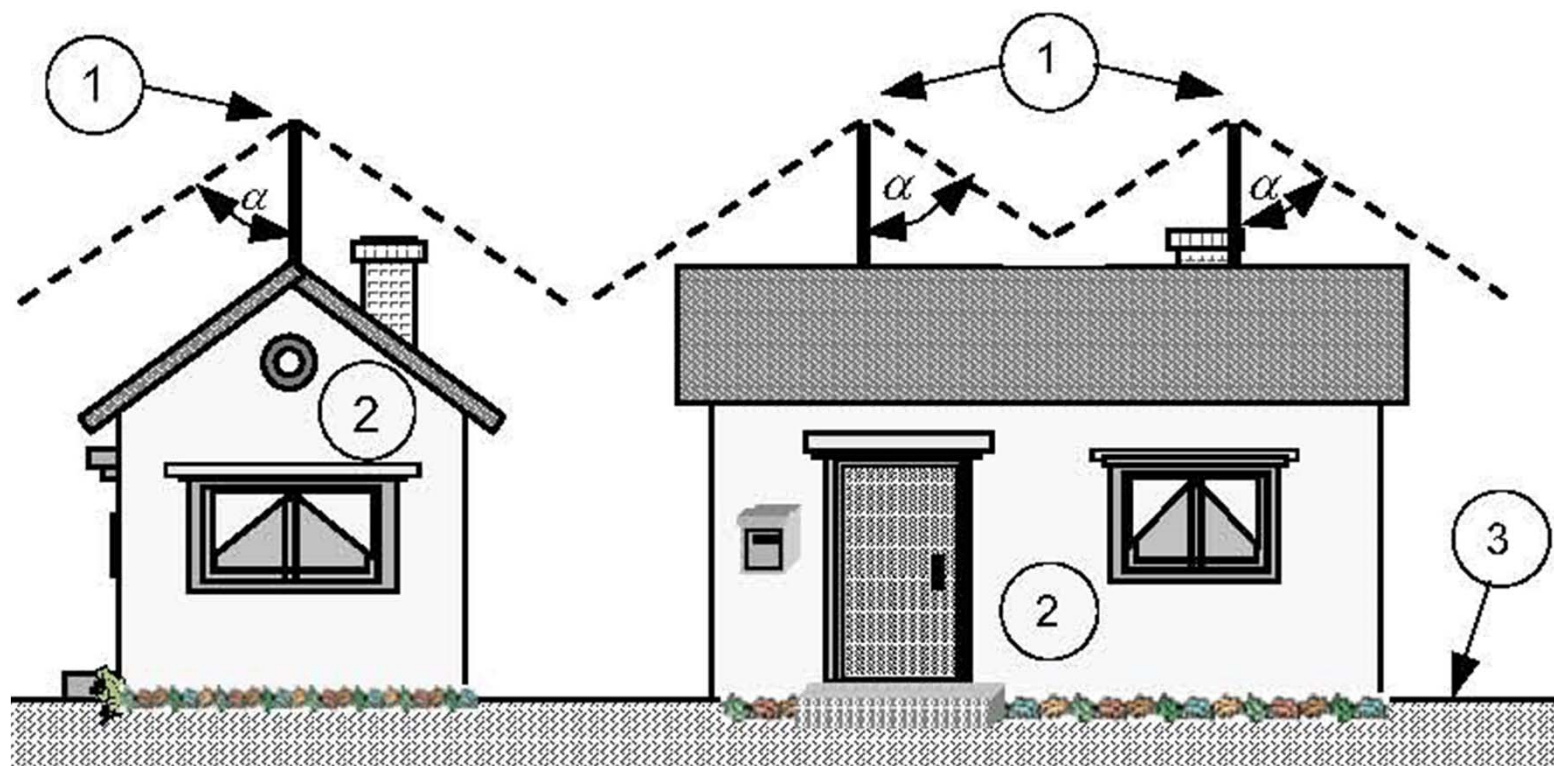
OC – poloměr ochranného prostoru

h_1 – výška jímací tyče nad referenční rovinou ochranného prostoru

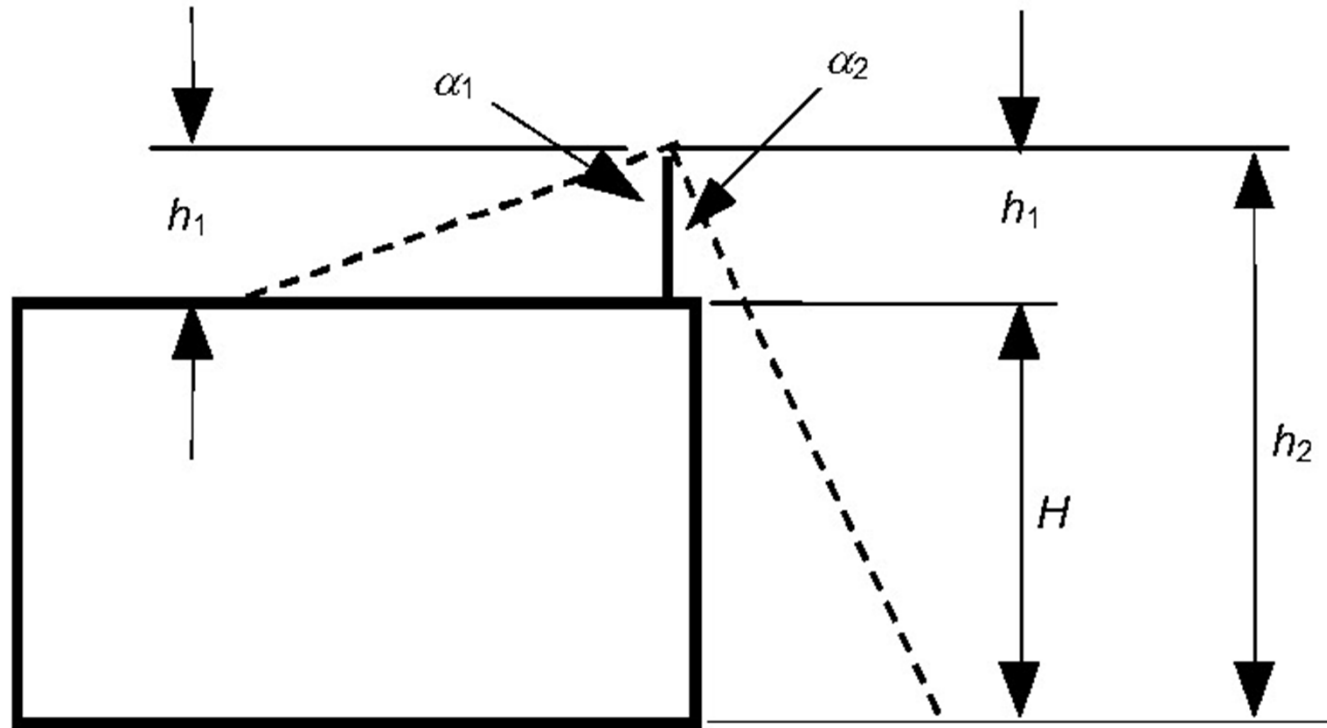
a) Metoda ochranného úhlu



a) Metoda ochranného úhlu



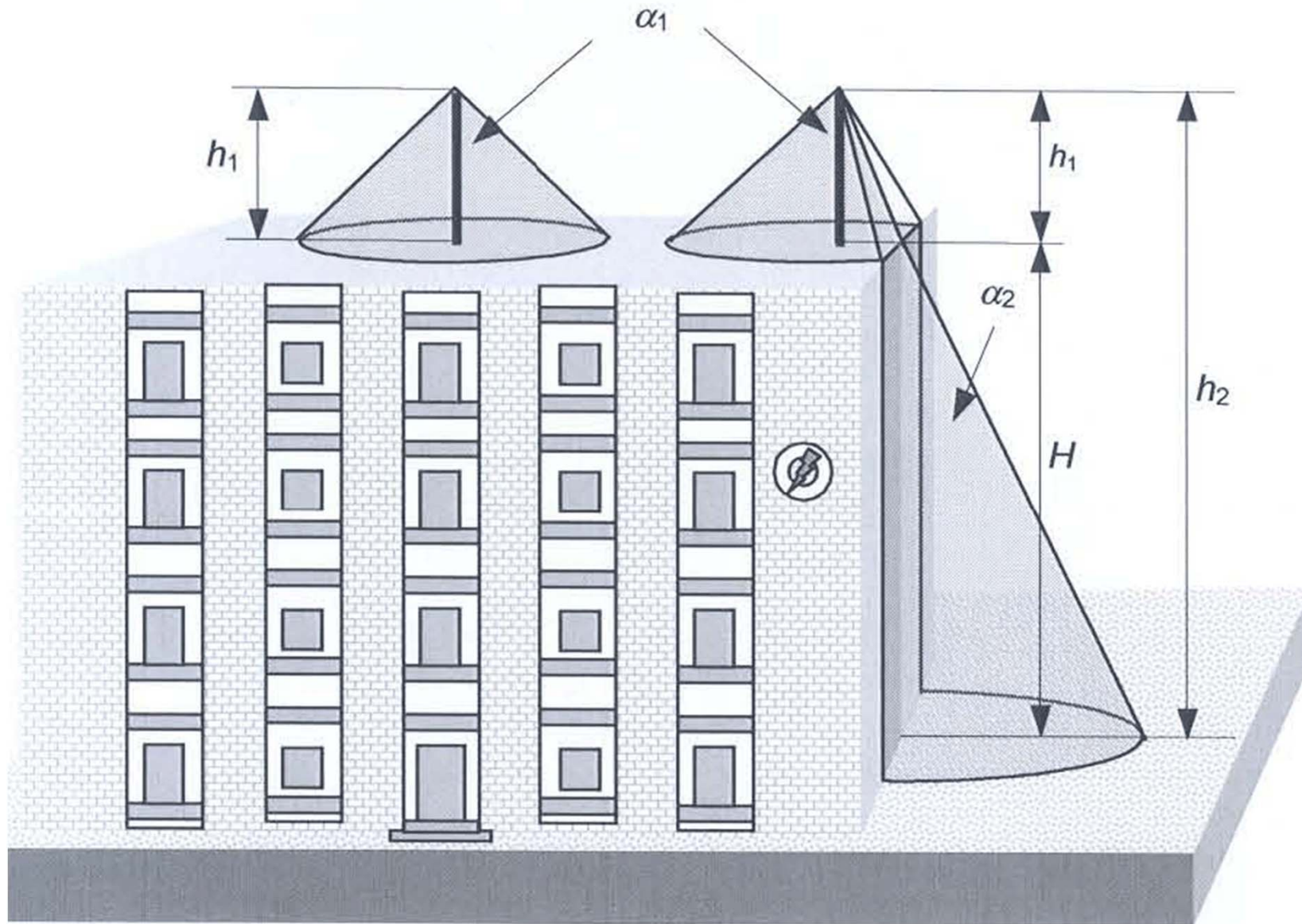
a) Metoda ochranného úhlu



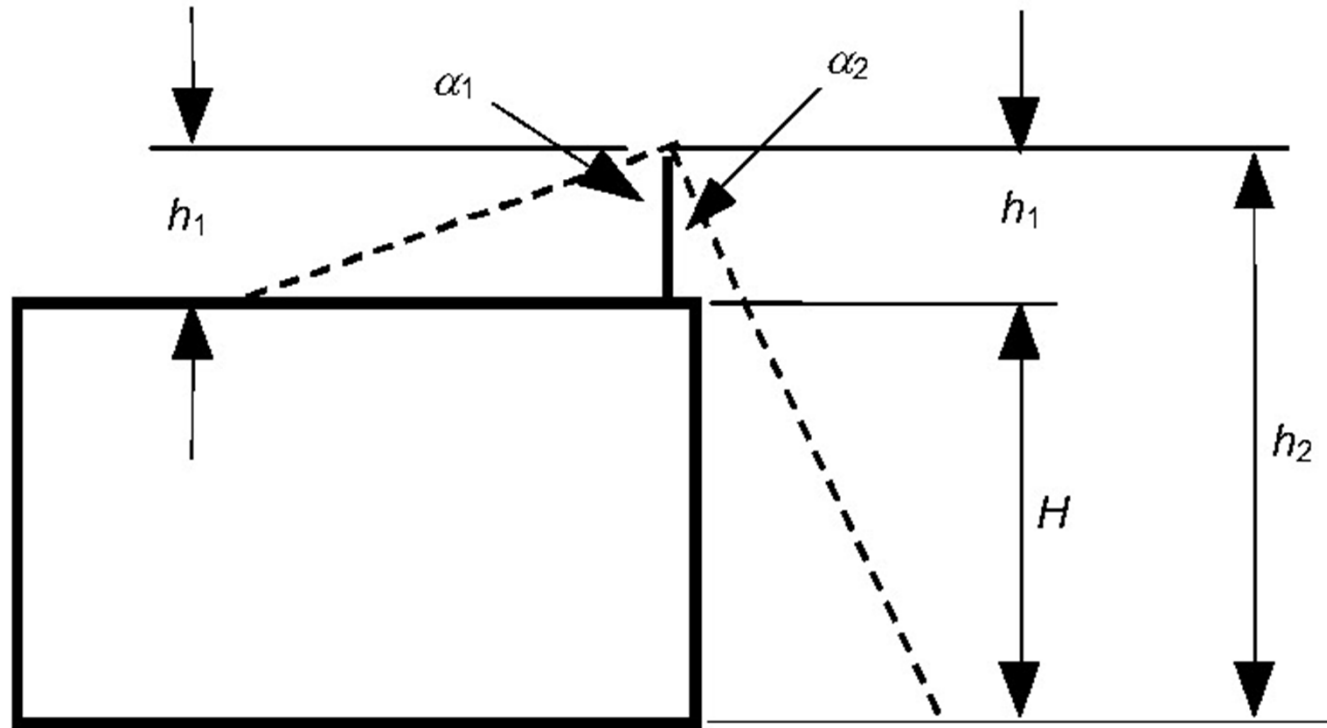
α_1 – ochranný úhel, odpovídající fyzické výšce jímače h_1 (chráněný povrch střecha)

α_2 – ochranný úhel, odpovídající výšce jímače nad referenční rovinou h_2 (úroveň terénu)

a) Metoda ochranného úhlu



a) Metoda ochranného úhlu



α_1 – ochranný úhel, odpovídající fyzické výšce jímače h_1 (chráněný povrch střecha)

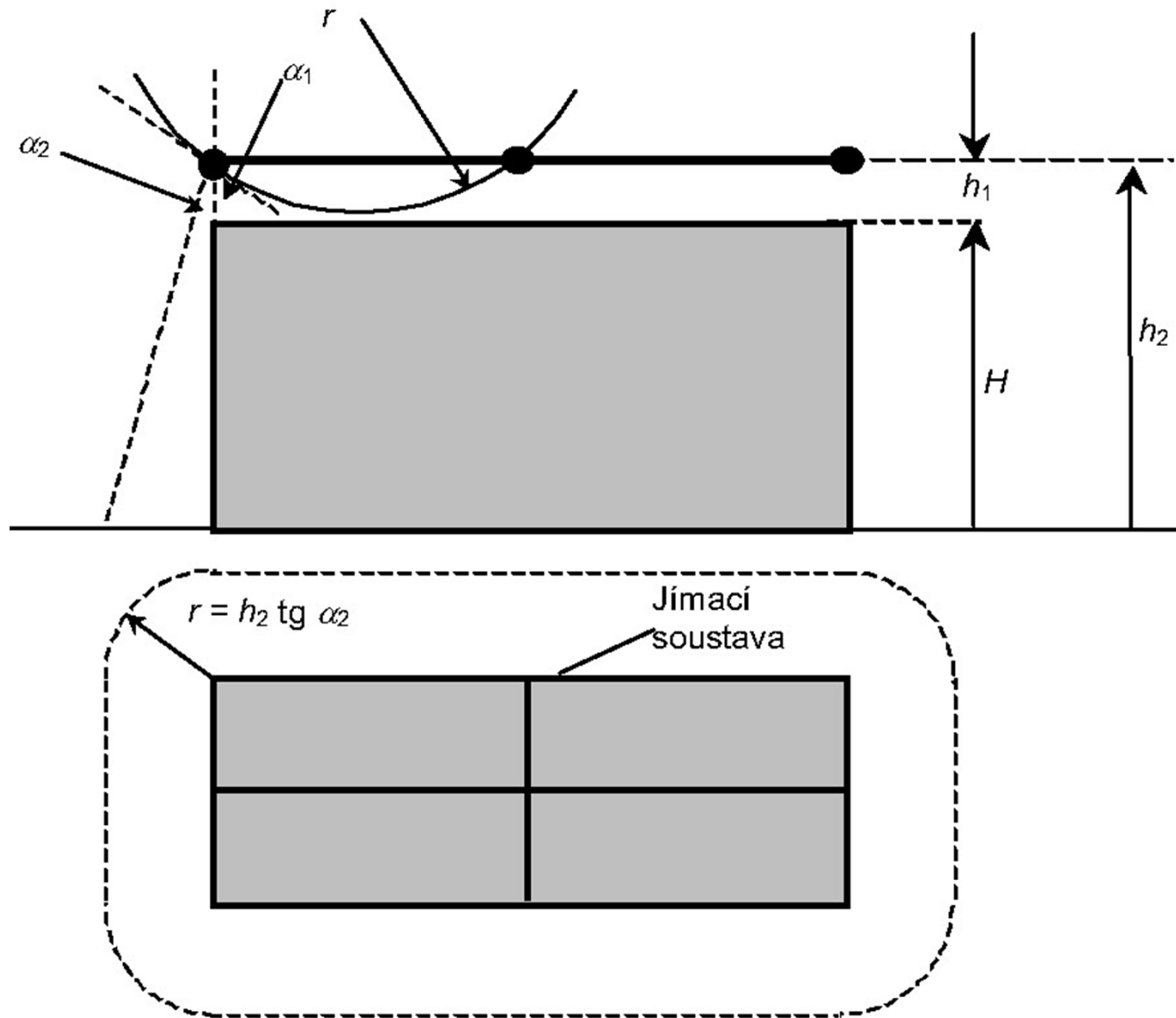
α_2 – ochranný úhel, odpovídající výšce jímače nad referenční rovinou h_2 (úroveň terénu)

b) Metoda mřížové soustavy

- ochranný prostor mřížové JS je definován jako kombinace ochranných prostorů jednotlivých jímacích vodičů, spojených do mříže (vhodné pro rovinné plochy)

Třída LPS	Velikost ok
I	5x5
II	10x10
III	15x15
IV	20x20

b) Metoda mřížové soustavy



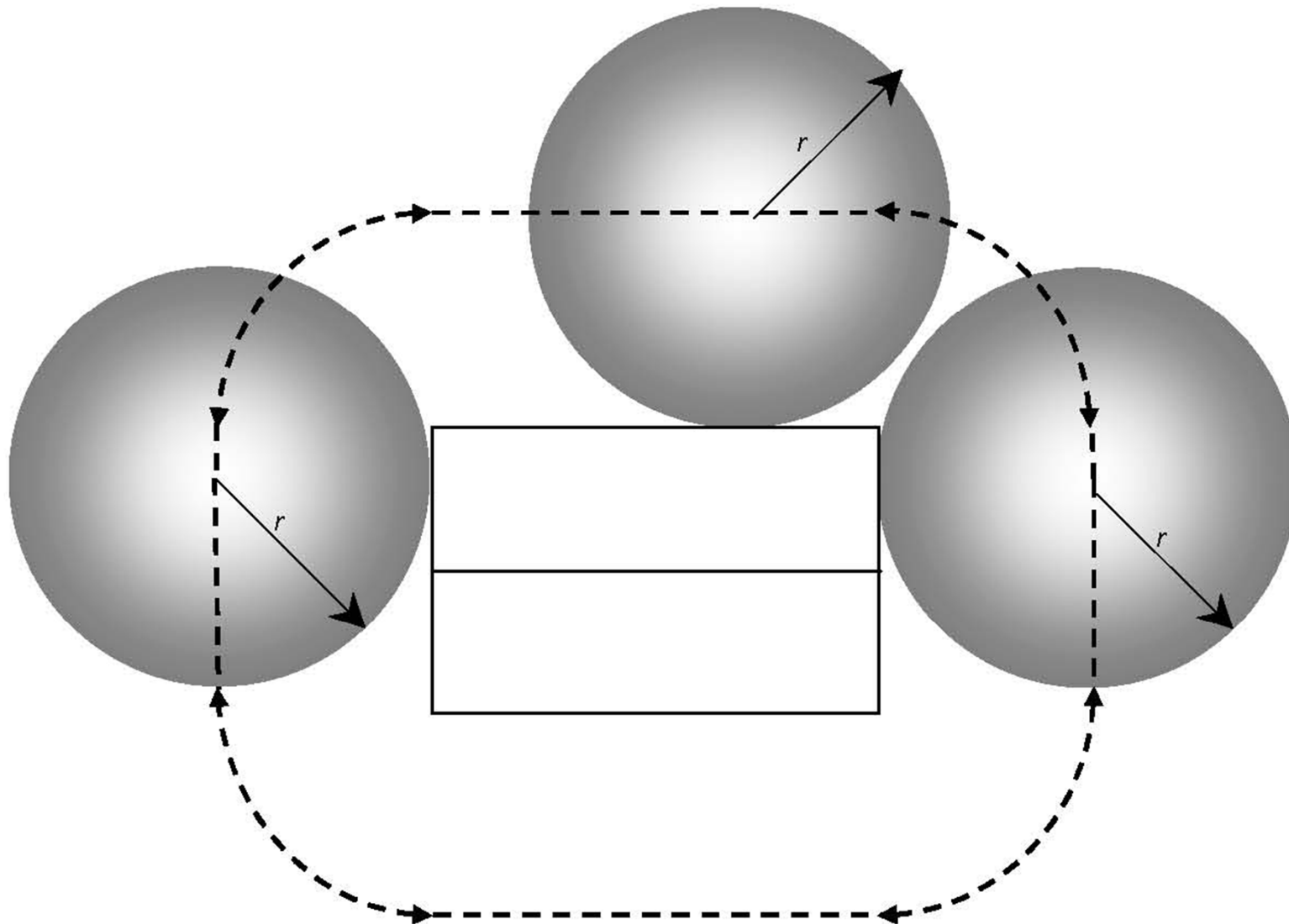
b) Metoda mřížové soustavy

- vodiče JS jsou umístěny:
 - na okrajích a převisech střechy
 - na hřebenech střechy (sklon větší než 1/10)
- max. rozměry ok dle třídy LPS
- žádné kovové instalace (chladičí jednotky, výdechy, zábradlí...) nevyčnívají nad JS
- vodiče JS jsou navrženy jako co nejkratší a s co nejpřímější drahou (k uzemnění)

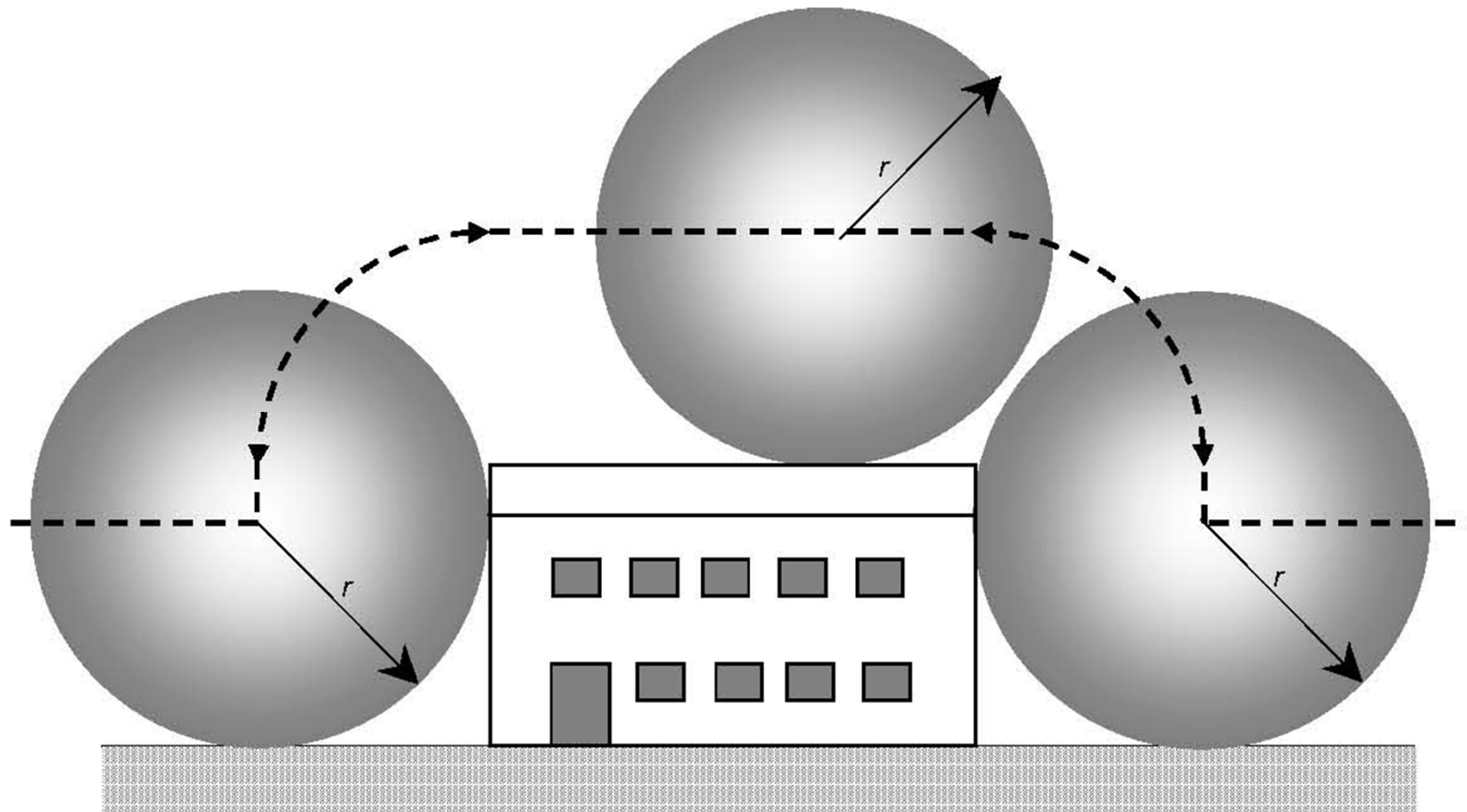
c) Metoda valící se koule

- objekt je chráněn, pokud žádný bod chráněného objektu není v dotyku s koulí, která se valí okolo chráněné stavby a přes její vrchol všemi možnými směry
- koule se smí dotýkat pouze JS
- poloměr koule závisí na třídě LPS

c) Metoda valící se koule



c) Metoda valící se koule

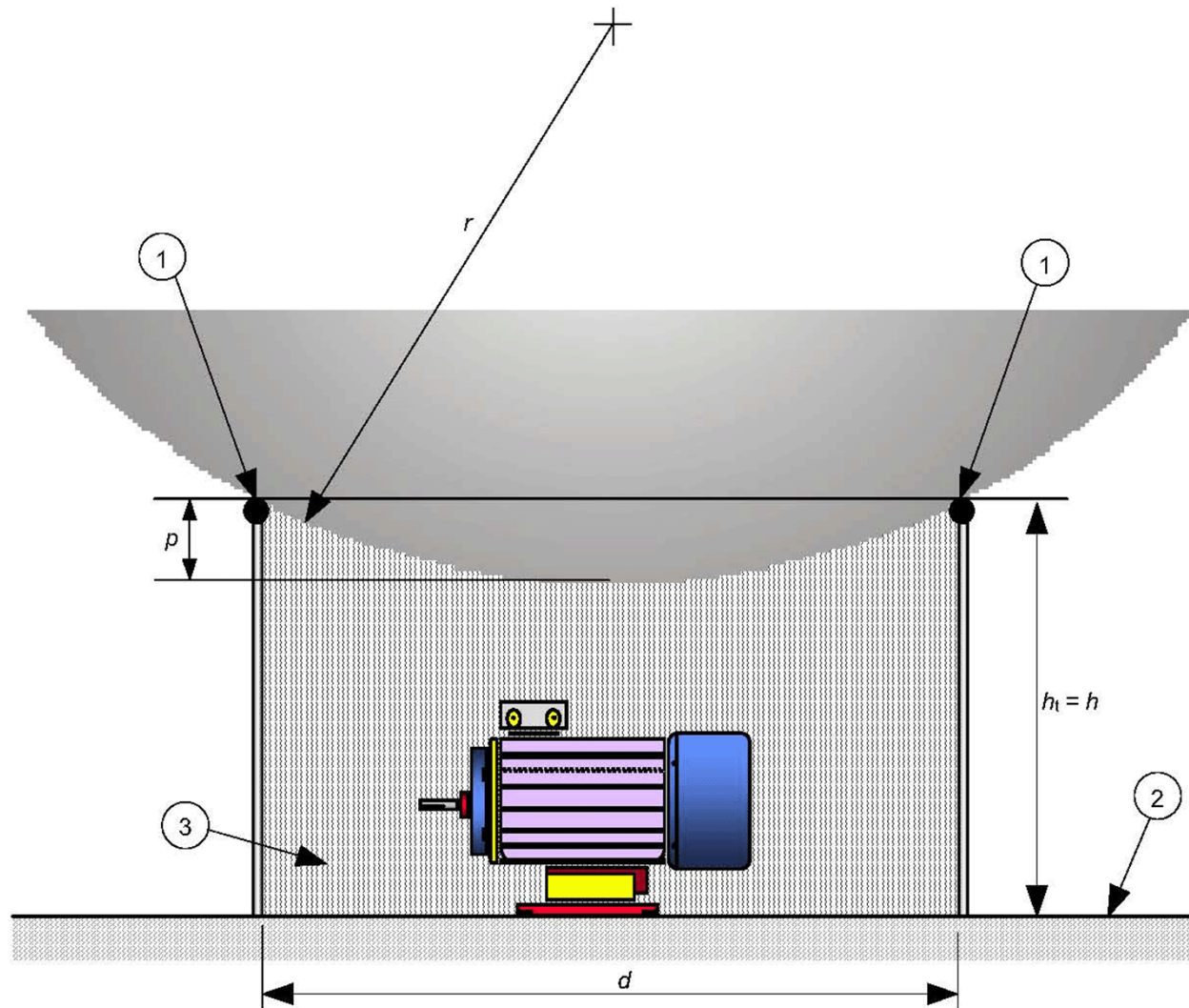


c) Metoda valící se koule

Třída LPS	Poloměr koule (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

- u vyšších staveb zasáhne převážná část ze všech úderů vrchol stavby, vodorovné čelní hrany a rohy staveb (boční JS: horních 20% výšky stavby)

c) Metoda valící se koule



SOUSTAVA SVODŮ

- aby se snížila pravděpodobnost škod, způsobených proudem, který proteče LPS, je nutné svody umístit tak, aby:
 - bylo více paralelních drah proudu do země
 - délka dráhy proudu byla co nejkratší
 - bylo provedeno ekvipotenciální pospojení všech vodivých součástí stavby drahou (k uzemnění)

SOUSTAVA SVODŮ

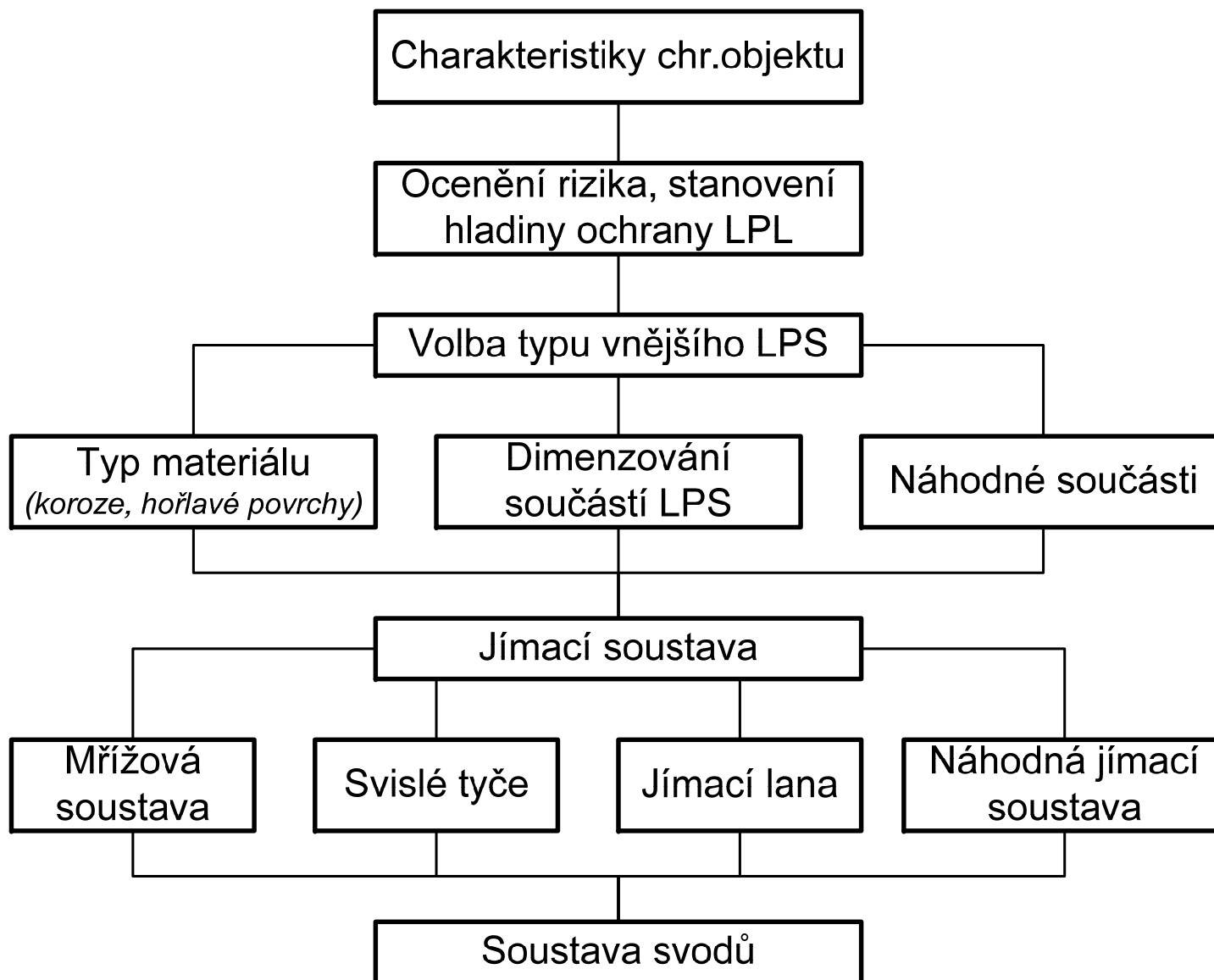
- příčná spojení svodů na úrovni terénu a každých 10÷20m výšky budovy se považuje za technicky dobré řešení
- vzdálenosti mezi svody a obvodovými vodiči:

Třída LPS	Vzdálenosti
I	10
II	10
III	15
IV	20

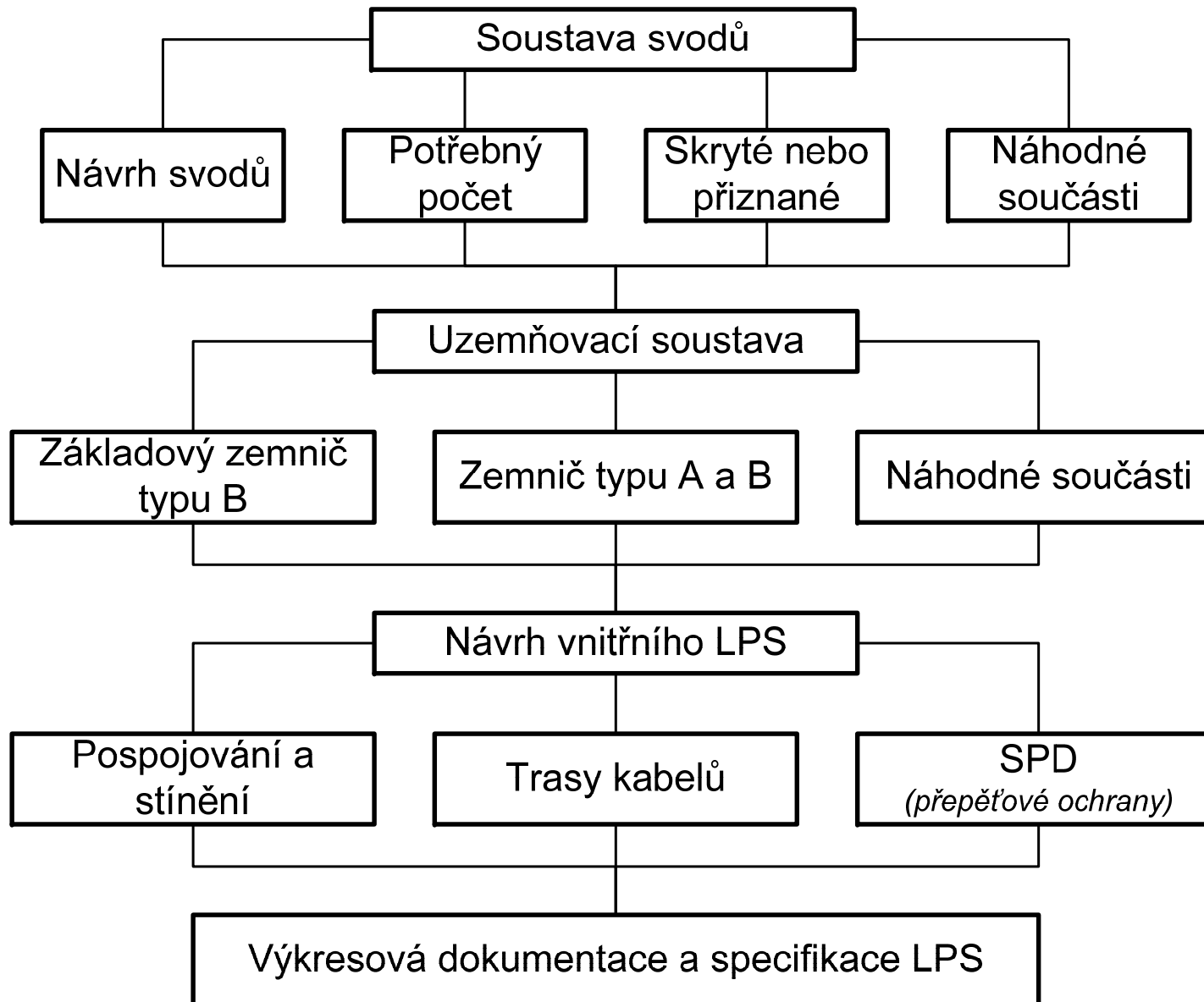
SOUSTAVA SVODŮ

- musí být použity minimálně dva svody
- rozmístění svodů pokud možno pravidelné po obvodu chráněného objektu (architektonické a praktické požadavky)
- je-li to možné, na každý nechráněný roh budovy jeden svod
- propojení svodu a uzemnění přes zkušební svorku (1,8÷2,0m nad zemí)
- ochrana svodu ochranným úhelníkem

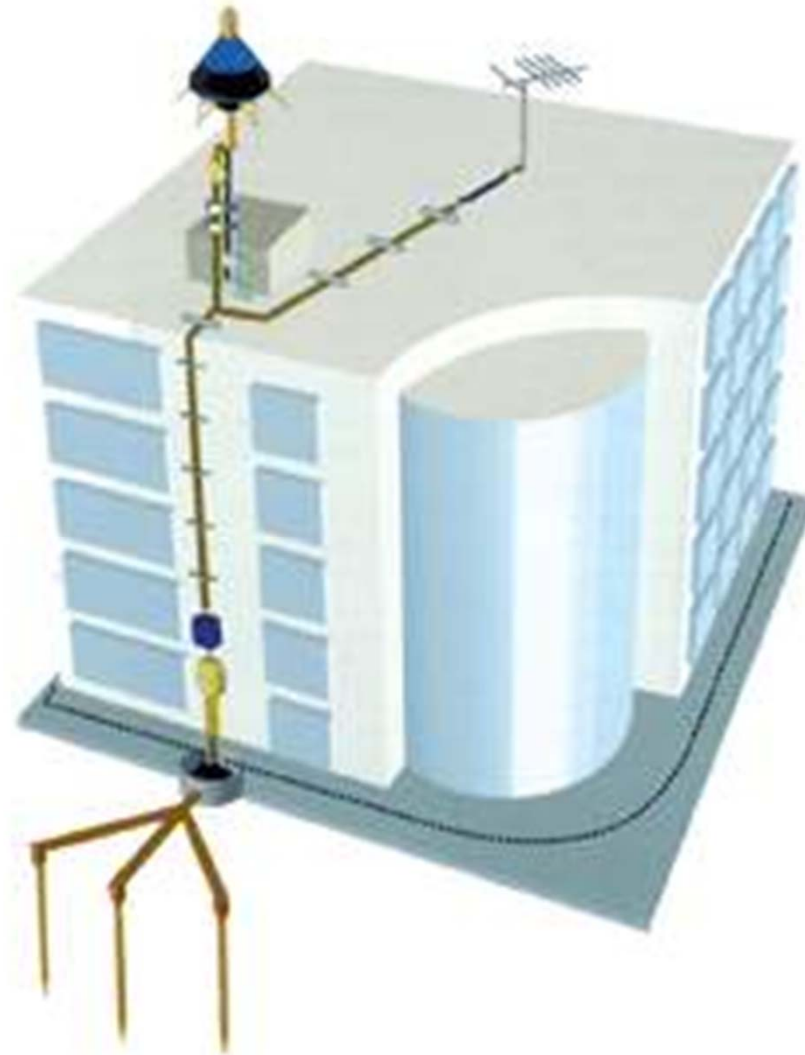
POSTUP NÁVRHU LPS



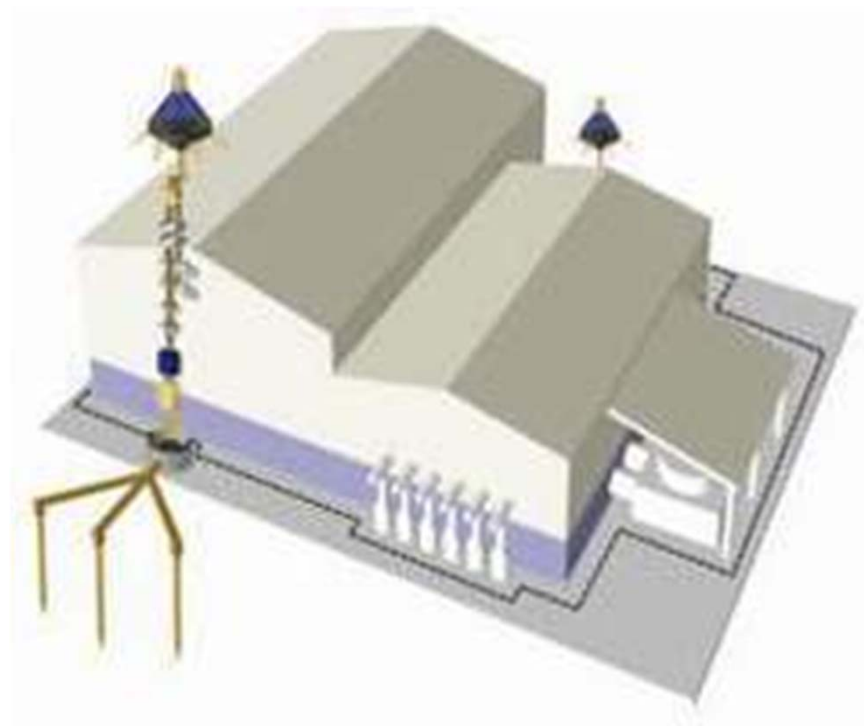
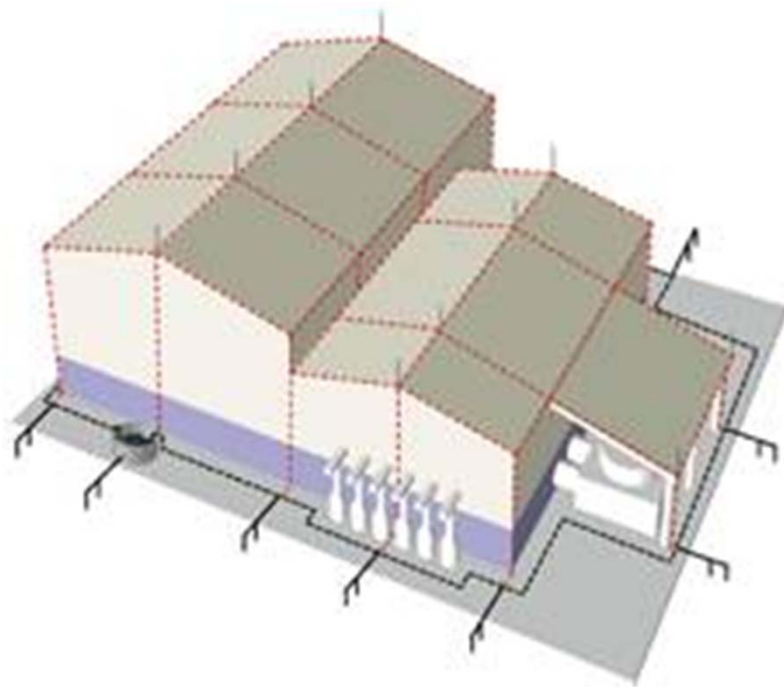
POSTUP NÁVRHU LPS



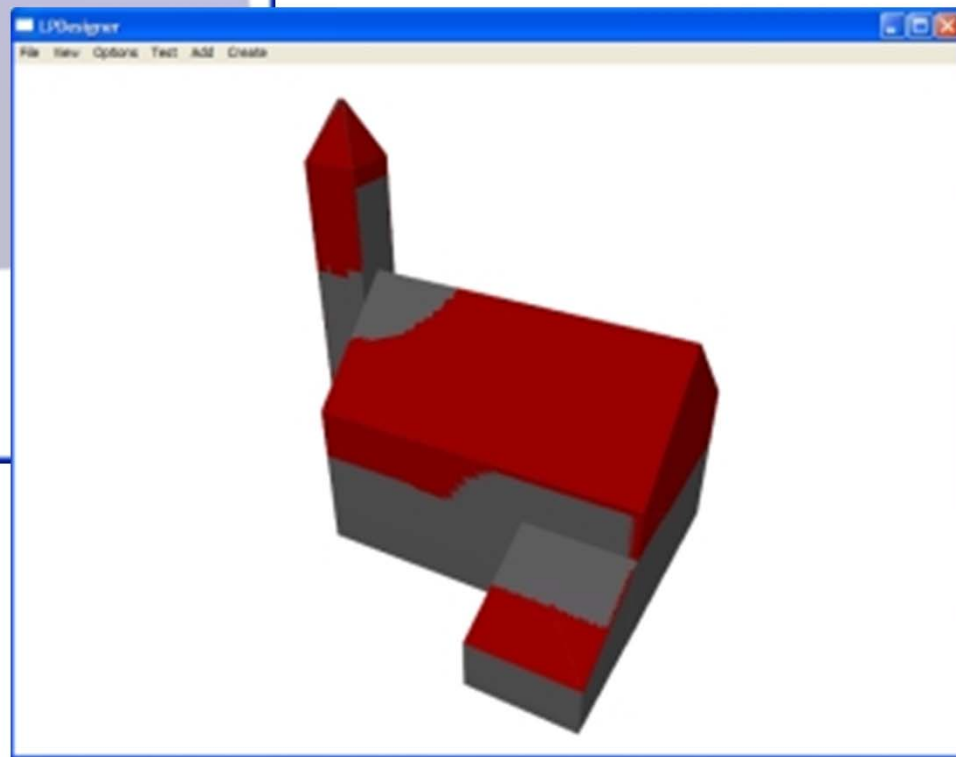
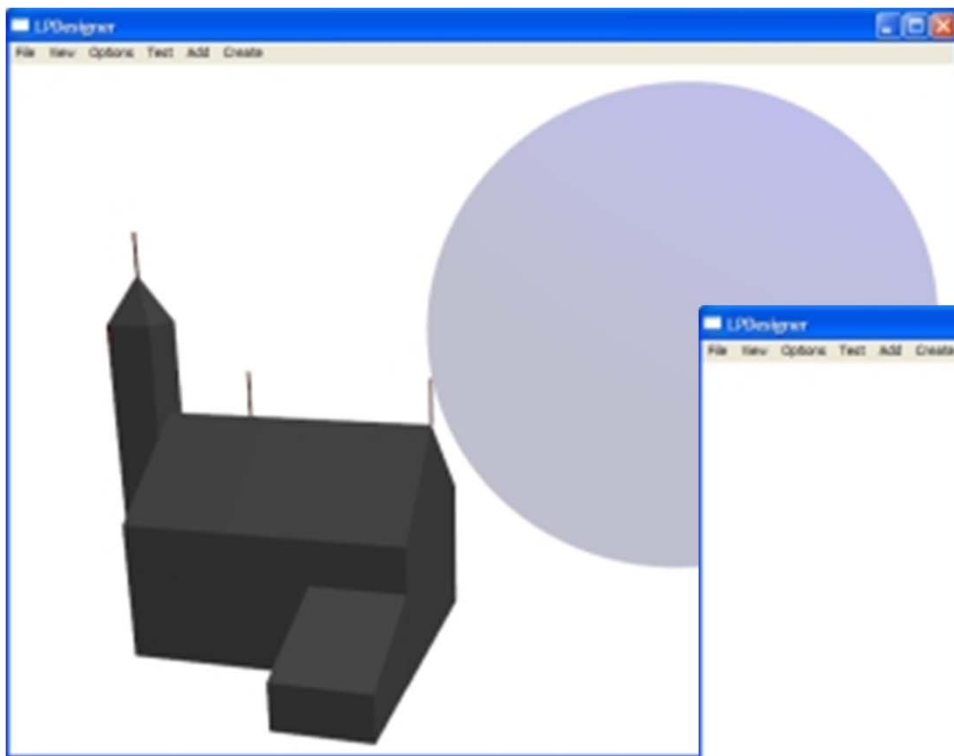
Aktivní hromosvod



Pasivní vs. aktivní hromosvod



Návrh LPS pomocí SW prostředků



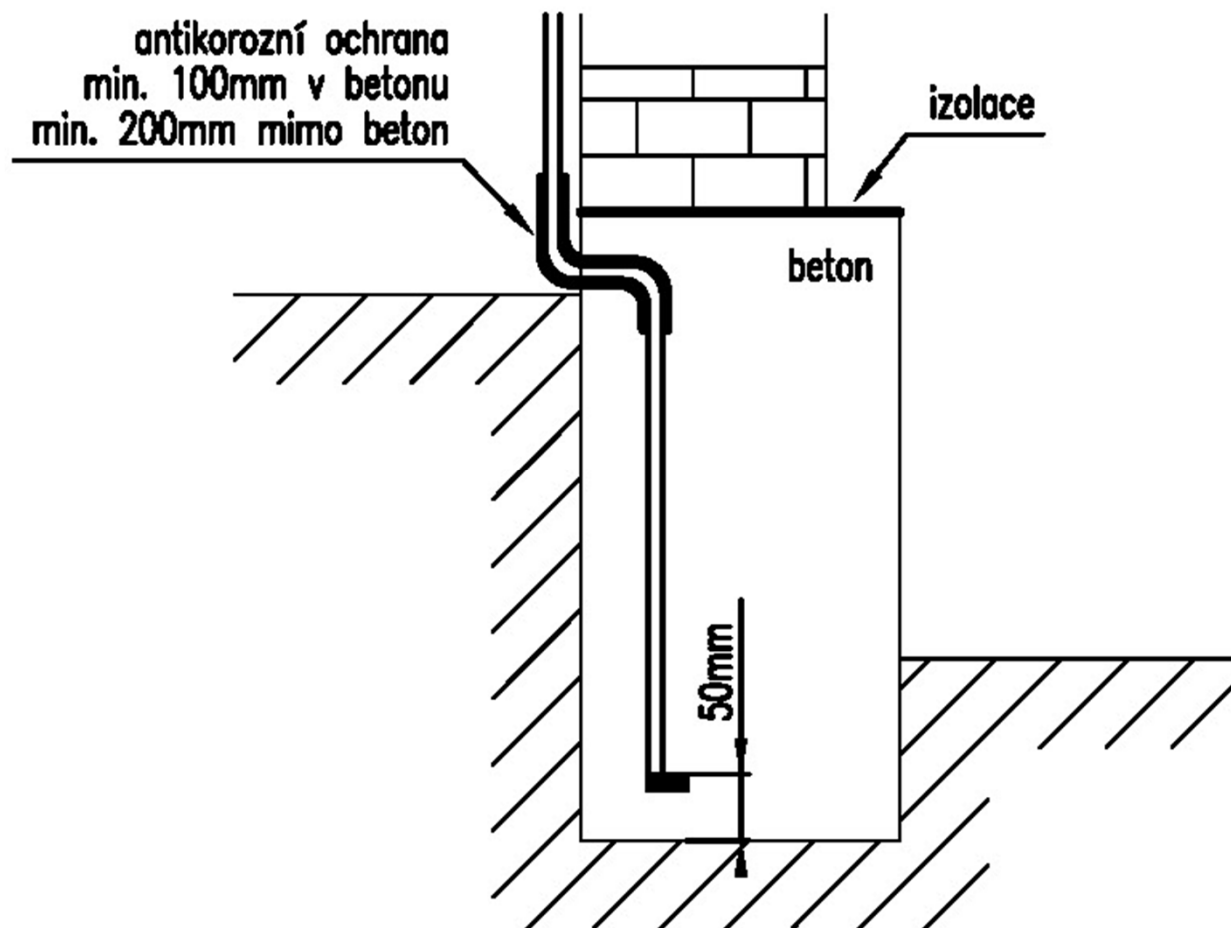
UZEMNĚNÍ

- dle ČSN 33 2000-5-54 ed2 (09/2007)
- účel uzemnění:
 - ochrana lidí a zvířat před dotykovým a krokovým napětím
 - svedení bleskových proudů
 - eliminace účinků přepětí (stroje, zařízení)

PROVEDENÍ ZEMNIČŮ

- náhodné:
 - ocelové konstrukce (armování, liniové stavby)
 - kabelové pláště
 - kolejnice
- strojené
 - základové (upřednostňují se)
 - pásové nebo drátové
 - tyčové nebo trubkové
 - deskové (nedoporučují se)

ZÁKLADOVÝ ZEMNIČ



PROVEDENÍ ZEMNIČŮ

- přednostně mají být využity zemniče náhodné
- strojené zemniče se zřizují, když:
 - náhodné nevyhovují požadavkům ČSN
 - nelze zajistit nepřerušení propoje s náhodným zemničem
 - použití náhodných zemničů je neekonomické
 - zřízení strojených zemničů vyžadují jiné předpisy (ex-prostředí)

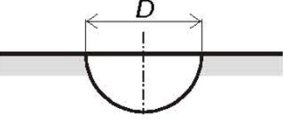
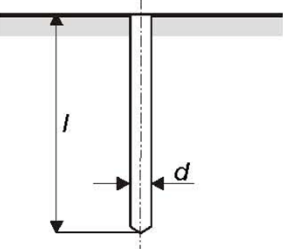
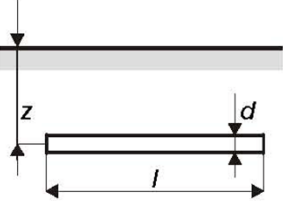
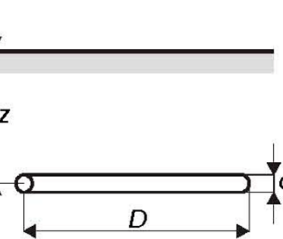
ZEMNICÍ ELEKTRODY

- volba parametrů:
 - požadovaný zemní odpor
 - přípustné napětí na uzemňovací soustavě
 - přípustné dotykové a krokové napětí
 - proudová zatížitelnost
 - mechanická pevnost
 - korozní odolnost

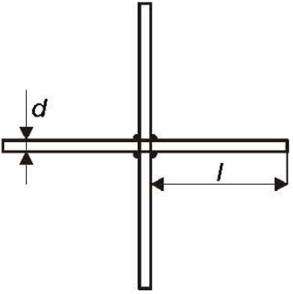
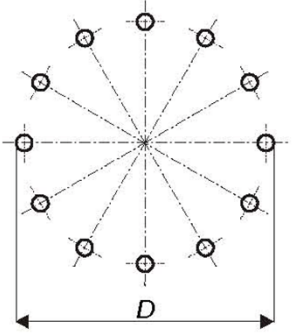
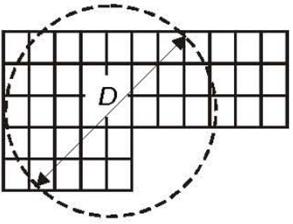
ZEMNICÍ ELEKTRODY

- je-li zemnič kladen do kabelové rýhy, musí být uložen na dno výkopu a to min. 10cm pod kabel nebo vedle
- venkovní část uzemňovacího přívodu v místech s nebezpečím mechanického poškození (např. průchod zdí) se musí vhodně chránit
- spojování zemničů se provádí svařováním, šroubováním nebo svorkami
- při průchodu dilatační spárou je nutné použít dilatační přeponku

ZEMNÍČÍ ELEKTRODY

Typ zemniče parametry	Uložení	Exaktní vztah	Podmínky použití	Zjednodušený vztah	Podmínky použití
Polokoule		$R = \frac{\rho}{\pi \cdot D}$	-	-	-
Tyč (trubka)		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg \frac{d}{2}$	$R = 0,9 \frac{\rho}{l}$	$l \gg \frac{d}{2}$ $l = 1 \div 3m$
Pásek (drát)		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{l}{2z} \right)$	$l \gg d$ $z \ll \frac{l}{4}$	$R = 2 \cdot \frac{\rho}{l}$	$l \gg d$ $z \ll \frac{l}{4}$ $l = 10 \div 50m$
Prstencový zemnič		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{\pi D}{2z} \right)$	$D \gg d$ $z \ll \frac{D}{2}$	$R = 2,1 \cdot \frac{\rho}{l}$	$D \gg d$ $z \ll \frac{D}{2}$ $\frac{D}{z} \gg 10$

ZEMNICÍ ELEKTRODY

Typ zemniče parametry	Uložení	Exaktní vztah	Podmínky použití	Zjednodušený vztah	Podmínky použití
Paprskový zemnič		$R = \frac{\rho}{4\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 1 \right)$	$l \gg d$	$R = 0,7 \cdot \frac{\rho}{l}$	$\frac{l}{4} \gg d$ $l \ll 30m$
Tyče v obvodu		$R = \frac{R_0}{n} + \frac{\rho}{2\pi D} \cdot \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{\sin \frac{\pi}{n} k}$	$D \gg d$ $l \gg d$	-	-
Mřížová síť		-	-	$R = \frac{\rho}{2D} + \frac{\rho}{l}$	-

UZEMNĚNÍ (dle ČSN EN 62305)

- z hlediska ochrany před bleskem se upřednostňuje integrovaná uzemňovací soustava (společná pro hromosvod a elektroinstalaci)
- účel uzemnění rozšířen ještě o:
 - ekvipotenciální pospojování mezi svody
 - řízení potenciálů v blízkosti vodivých stěn budovy
- zemnič typu A:
 - zemnič v půdě (min. 80% své délky)
 - paprskovitý nebo tyčový zemnič nesplňují požadavky, kladené na uzemnění s ohledem na ekvipotenciální pospojování a řízení potenciálů

UZEMNĚNÍ (dle ČSN EN 62305)

- zemnič typu A:
 - zemnič v půdě (min. 80% své délky)
 - paprskovitý nebo tyčový zemnič nesplňují požadavky, kladené na uzemnění s ohledem na ekvipotenciální pospojování a řízení potenciálů
- zemnič typu B
 - základový zemnič, vč. kombinace se zemničem typu A
 - splňuje všechny požadavky na uzemnění

UZEMNĚNÍ (dle ČSN EN 62305)

