

BLESK A PŘEPĚTÍ - SYSTÉMOVÁ ŘEŠENÍ OCHRAN

Soubor norem ČSN EN 62305 - Ochrana před bleskem

Část 1: Obecné principy ed. 2

Část 2: Řízení rizika ed. 2

Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života ed. 2

Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách ed. 2

Soubor norem ČSN EN 62305 platí pro:

- projektování, instalaci, revizi a údržbu systémů ochrany před bleskem LPS,
- dosažení ochranných opatření na zamezení zranění osob nebo zvířat dotykovým nebo krokovým napětím

2

ZKRATKY

- **LEMP** (lightning electromagnetic impulse) = elektromagnetický impuls vyvolaný bleskem (elmag. účinky bleskového proudu)
- **LPZ** (lightning protection zone) = zóna ochrany před bleskem (zóna, ve které je definováno elmag. prostředí)
- **LPL** (lightning protection level) = hladina ochrany před bleskem (používá se pro návrh ochranných opatření podle parametrů bleskového proudu)
- **LPS** (lightning protection system) = systém ochrany před bleskem (vnější a vnitřní kompletní systém pro snížení ztrát a hmotných škod způsobených úderem blesku do objektu)
- **SPD** (surge protection device) = přepěťové ochranné zařízení (zařízení určené k omezení přechodných přepětí a ke svedení impulsních proudů)

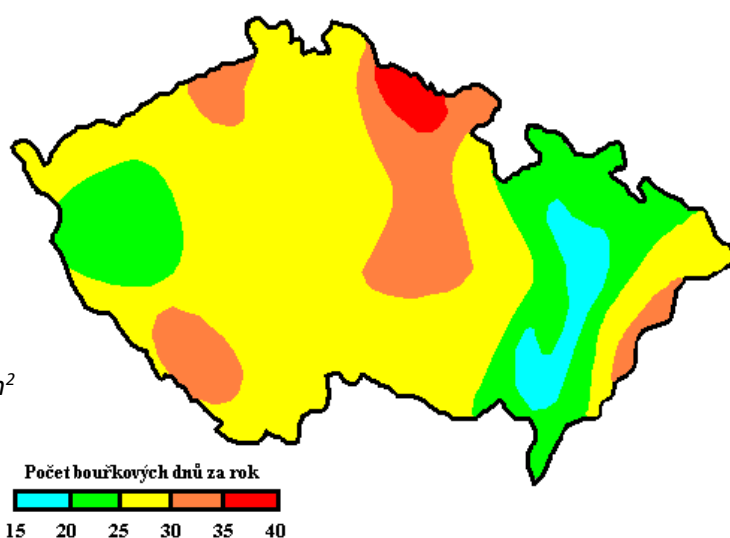
3

IZOKERAUNICKÁ MAPA A JEJÍ VÝZNAM

- Oblasti ČR podle **počtu dnů za rok**, ve kterých byla v dané oblasti zaregistrována bouřka,
- Klimatická změna – změny v přechodech frontálních systémů – mapa dozná změn – ale vodítkem pro návrh zůstává,
- Četnost úderů blesků na km² a rok:
 $NG = 0,04 \times Td^{1,25}$
 NG ... četnost úderů bl. na km² a rok
 Td ... počet bouřkových dnů za rok

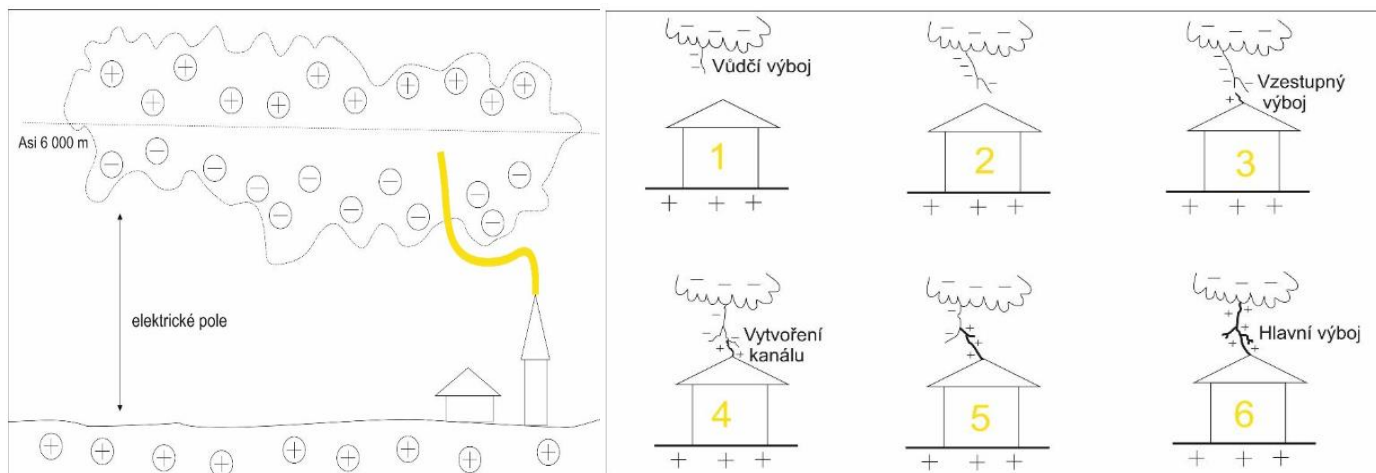
Např. pro 25 bouř. dnů za rok $NG = 2,24$ blesků / km² a rok

- účinky do vzdálenosti cca 1 km od místa úderu,
- oblasti s významnou bouřkovou aktivitou (např. Brazílie, Indonésie, Malajsie).

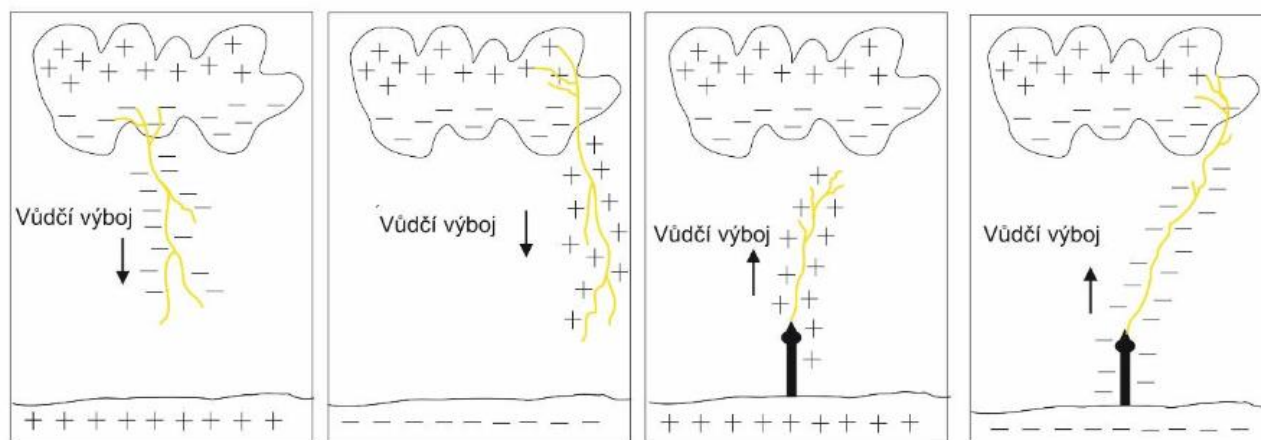


4

VZNIK BLESKU A DRUHY BLESKOVÝCH VÝBOJŮ



5



a) Mechanismus sestupného negativního výboje (mrak-Země)

b) Mechanismus sestupného pozitivního výboje (mrak-Země)

c) Mechanismus vzestupného negativního výboje (mrak-Země)

d) Mechanismus vzestupného pozitivního výboje (mrak-Země)

6

ÚDER BLESKU DO BUDOV A NÁSLEDKY

Přepětí způsobená úderem blesku jsou velmi nebezpečná a způsobují zpravidla největší škody vzniklé přepětím. Intenzita a možná poškození takto způsobená závisí primárně na tom, kam blesk udeří. ČSN EN 62305 rozlišuje čtyři různé příčiny poškození:

- S1** – údery do stavby
- S2** – údery v blízkosti stavby
- S3** – údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě
- S4** – údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

Škody způsobené úderem blesku:

- D1** – úraz živých bytostí následkem dotkových nebo krokových napětí
- D2** – hmotná škoda - požárem, explozí, mechanickými nebo chemickými účinky, způsobenými fyzikálními účinky bleskového proudu včetně jiskření
- D3** – porucha vnitřních elektrických a elektronických systémů, způsobená LEMP

ÚDER BLESKU DO BUDOV A NÁSLEDKY

Typy ztrát:

Každý typ škody, samostatný nebo v kombinaci s jinými, může vyvolat různé následné ztráty v chráněném objektu. Typy ztrát jsou elektrické šoky pro živé bytosti následkem dotkových a krokových napětí (**D1**), hmotné škody (požár, exploze, mechanické a chemické reakce) způsobené bleskovým proudem včetně jisker (přeskoků a průrazů) (**D2**) a selhání elektrických a elektronických systémů účinkem elektrických impulzů (rázů) (**D3**). Typy ztrát mohou být různé podle použitých materiálů, využití a účelu objektu. Uvažujeme následující typy ztrát:

L1 - ztráty na lidských životech

L2 - ztráty na veřejných službách

L3 - ztráty na kulturním dědictví

L4 - ztráty ekonomické hodnoty (stavby a jejího obsahu a ztráta činnosti)

8

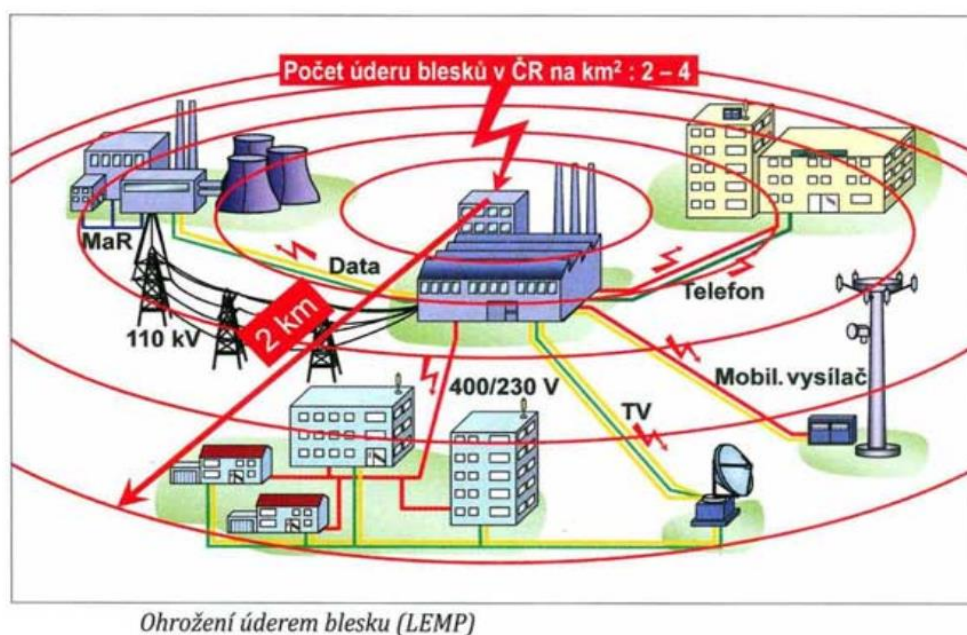
místo úderu	příčina poškození	stavba		inženýrská síť	
		typ škod	typ ztrát	typ škod	typ ztrát
do objektu	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L2, L4 L2, L4
do země vedle objektu	S2	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4		
do inženýrských sítí	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L2, L4 L2, L4
do země vedle inženýrských sítí	S4	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4	D3	L2, L4

¹⁾ Pouze pro stavby s nebezpečím výbuchu a pro nemocnice nebo jiné stavby, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy
²⁾ Pouze pro nemovitosti, kde mohou být ztráty na zvířatech

9

ELEKTROMAGNETICKÝ IMPULS VYVOLANÝ BLESKEM ZAHRNUJE VŠECHNY TYPY ÚČINKU BLESKU

- Elektrodynamické
- Elektromagnetické
- Tepelné
- Mechanické
- Kombinované
- Jiskření – zejména v hořlavých prostředích (tepelné a napěťové)

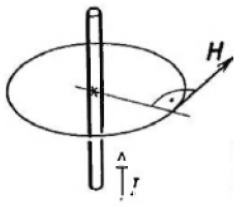


10

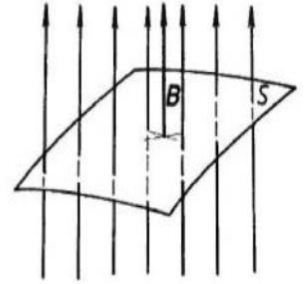
ELEKTRODYNAMICKÉ/ELEKTROMAGNETICKÉ ÚČINKY BLESKOVÉHO PROUDU

$$H = \frac{U_m}{l}; H = \frac{F_m}{l}; H = \frac{I}{2\pi r} \quad [\text{A} \cdot \text{m}^{-1}; \text{A}, \text{m}]$$

$$B = \frac{\Phi}{S} \quad [\text{T}; \text{Wb}, \text{m}^2]$$



Intenzita magnetického pole



Magnetická indukce

Faradayův zákon: Indukuje se napětí ...

$$U_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Lenzův zákon: ... takové, aby bránilo.

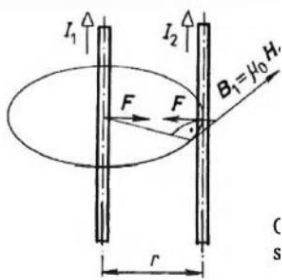
$$B = \mu \cdot H \quad [\text{T}; \text{H} \cdot \text{m}^{-1}, \text{A} \cdot \text{m}^{-1}]$$

ELEKTRODYNAMICKÉ/ELEKTROMAGNETICKÉ ÚČINKY BLESKOVÉHO PROUDU

$$B_1 = \mu_0 \cdot H_1 = \mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi r}; F = B_1 \cdot l \cdot I_2 = \mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi r} \cdot l \cdot I_2$$

Dosadíme-li, číselné hodnoty dostaneme vztah:

$$F = \frac{2I_1 I_2 l}{r} \cdot 10^{-7} \quad [\text{N}; \text{A}, \text{A}, \text{m}, \text{m}]$$

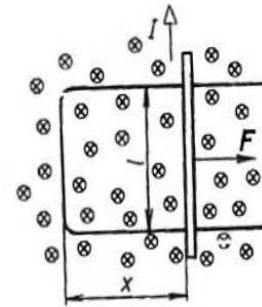


Silový účinek dvou vodičů protékajících elektrickým proudem

Ampérův zákon pro sílu v magnetickém poli

$$F = B \cdot l \cdot I; \quad [\text{N}; \text{T}, \text{A}, \text{m}]$$

l je aktivní délka, která je vystavená působení magnetického pole



Silové účinky magnetického pole na vodič, kterým protéká proud

TEPELNÉ ÚČINKY BLESKOVÉHO PROUDU

Velikost **Jouleova** tepla Q vznikajícího ve vodiči, jímž prochází elektrický proud po dobu t a na jehož koncích je napětí U , se vypočte:

$$Q = U \cdot I \cdot t$$

Je-li znám **odpor** R vodiče, pak lze Jouleovo teplo vypočítat též takto:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

Tento vztah se také nazývá **Jouleův zákon**.

nebo

$$Q = U^2/R \cdot t$$

Obr. - Proudový impuls při úderu blesku a jeho základní parametry

Impulsní povahu bleskového proudu lze charakterizovat technickými parametry:

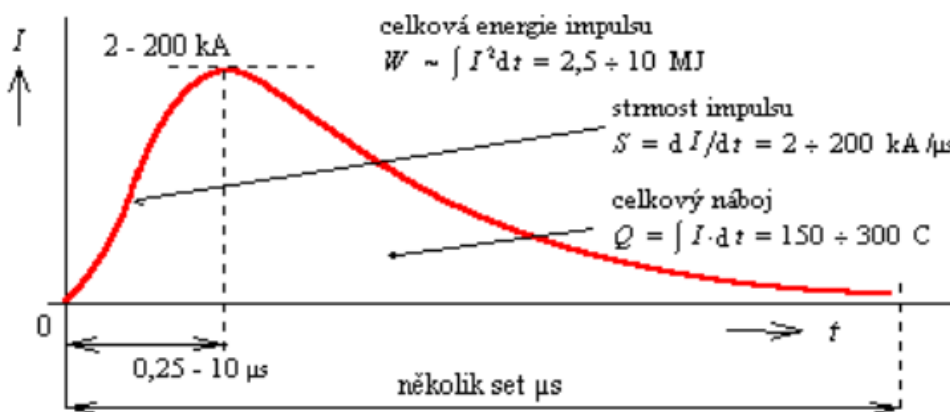
- Vrcholová hodnota proudu I (A)
- Náboj bleskového výboje Q (C, nebo A.s)
- Specifická energie W/R (J/Ω)

Velikost náboje závisí na okamžité hodnotě proudu a době trvání:

$$Q = \int |i| dt$$

Specifická energie závisí na druhé mocnině okamžité hodnoty proudu:

$$W/R = \int |i|^2 dt$$



Obr. 2.9. Proudový impuls při úderu blesku a jeho základní parametry

13

VÝBOJE BLESKOVÉHO PROUDU

- **Oblast dlouhého výboje** je důležitá především z hlediska **oteplení svodů a spojů**, které mohou být namáhány až 400 A po dobu 0,5 s. Nebudou-li dodrženy hodnoty **pro přechodné odpory spojů** dle ČSN EN 62305-3 ed. 2, čl. 4.3 (**0,2 Ω**), může dojít v důsledku tohoto tepelného působení k nebezpečnému jiskření, příp. i k explozím,
- **Následné výboje** o tvaru vlny 0,25/100 μs jsou nebezpečné z důvodu obrovské **strmosti čela impulsu**. Zde není rozhodující vrcholová hodnota proudu, ale **strmost čela impulsu**. Ta způsobí **indukovaná napětí v přívodních vedeních** ke koncovým zařízením. Proto je důležité osazovat v el. instalacích svodiče přepětí SPD typu 2 a typu 3.

14

VÝBOJE BLESKOVÉHO PROUDU

S2 a S4 vzniká **elektromagnetické pole**, které indukuje na všech kovových částech v okolí napětí - nadproud vyvolaný ind. napětím dosahuje hodnot do 5 kA v energetické vlně 8/20 μs - vzniklá energie může zničit citlivá elektronická zařízení a tyto případy se z hlediska přepětí řadí do první aplikační skupiny = **Malé ohrožení instalace**,

S3 - rázová vlna až 10 kA v energetické vlně 10/350 μs - větší škody a tyto případy se

z hlediska přepětí řadí aplikačně do druhé skupiny = **Střední ohrožení instalace**,

S1 – do stavby nebo blízkých objektů, které jsou s tímto objektem galvanicky spojeny (např. kabelem) - až 25 kA ve vlně 10/350 μs na jeden vodič přívodního vedení. V tomto případě je přepětí indukováno na vodičích díky jejich impedanci a protékajícímu bleskovému proudu. Aplikačně řadíme do skupiny = **Velké ohrožení instalace**.

S1 – údery do stavby

S2 – údery v blízkosti stavby

S3 – údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě

S4 – údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

15

PARAMETRY BLESKOVÉHO VÝBOJE

Označení	Jednotka	Parametry bleskového proudu	LPL			
			I	II	III	IV
První proudový impuls						
I	kA	vrcholová hodnota proudu	200	150	100	
Q_{imp}	C	náboj proudového impulsu	100	75	50	
W/R	kJ/Ω	specifická energie	10000	5600	2500	
T_1/T_2	$\mu\text{s}/\mu\text{s}$	časové hodnoty	10/350			
Následné proudové impulsy						
I	kA	vrcholová hodnota proudu	50	37,5	25	
di/dt	$\text{kA}/\mu\text{s}$	střední strmost	200	150	100	
T_1/T_2	$\mu\text{s}/\mu\text{s}$	časové hodnoty	0,25/100			
Dlouhá proudová vlna						
Q_{long}	C	náboj dlouhé vlny	200	150	100	
T_{long}	s	časové hodnoty	0,5			
Celkový výboj						
Q_{flash}	C	celkový náboj blesku	300	225	150	

16

OCHRANA PŘED BLESKEM

Jak přesně je definováno přepětí?

Přepětí je jakékoliv napětí, které svou vrcholovou hodnotou překračuje odpovídající vrcholovou hodnotu nejvyššího ustáleného napětí při normálních podmínkách.

Proč se nyní klade důraz na ochranu proti přepětí?

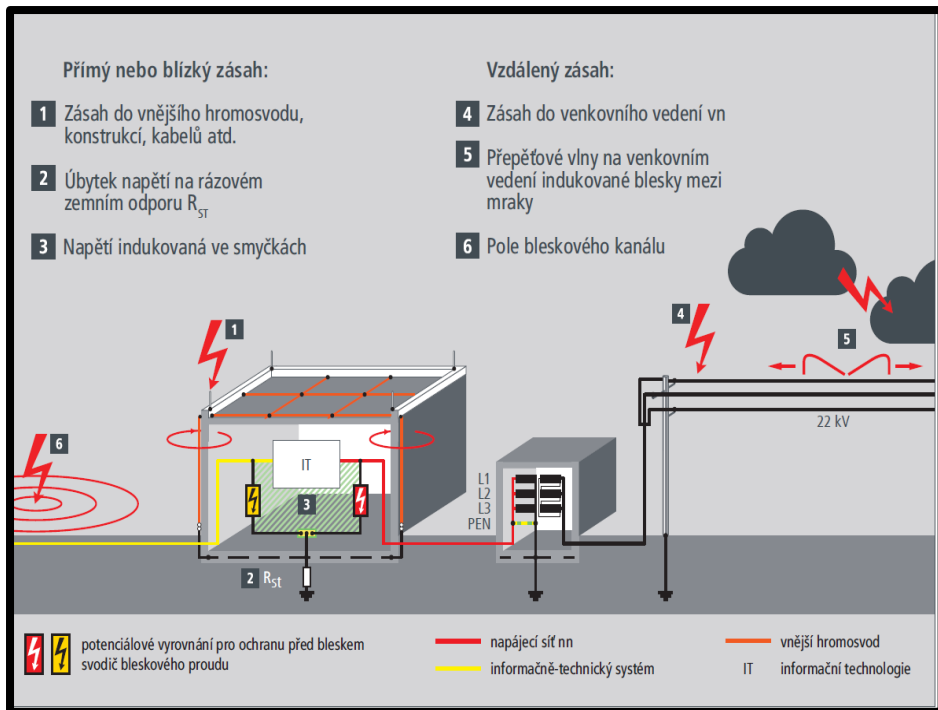
Elektronika v elektrických zařízeních se stává zdrojem rušení a zároveň je citlivá na přepětíové impulsy. Navíc nepřímé škody mohou značně překročit cenu elektronických zařízení.

ZDROJE PORUCH:

Přepětí vznikající při bouřce (atmosférická přepětí), způsobené blízkým nebo vzdáleným úderem blesku

Přepětí vznikající spínacími jevy na síti – příčná (mezi dvěma vodiči) a podélná (mezi vodiči a uzemnění)

17



BLÍZKÝ A PŘÍMÝ ZÁSAH - RÁZOVÝ PROUD
 10/350 μ s.....100 kA

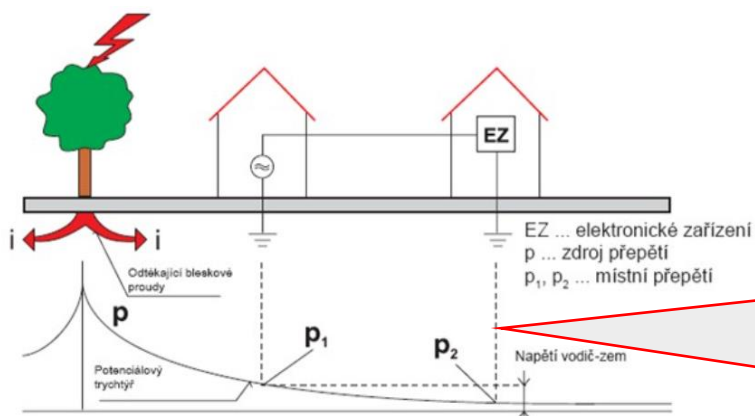
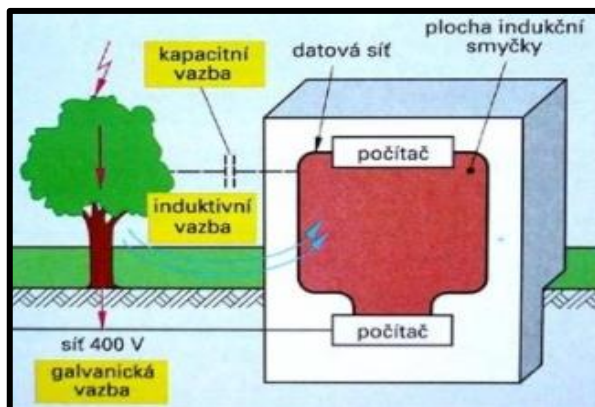
INDUKOVANÁ PŘEPĚTÍ - IMPULZNÍ PROUDY
 8/20 μ s..... 20 kA

Rázová vlna 10/350 a 8/20

OCHRANA PŘED BLESKEM

Jakým způsobem se může dostat přepětový impuls do zařízení?

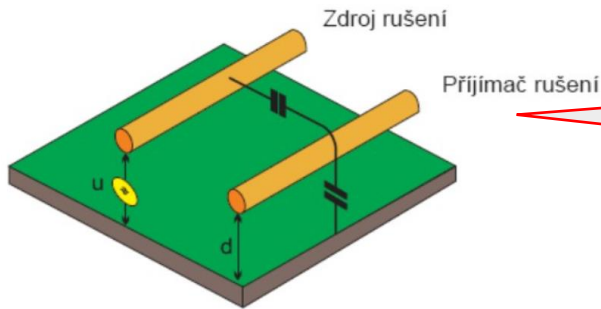
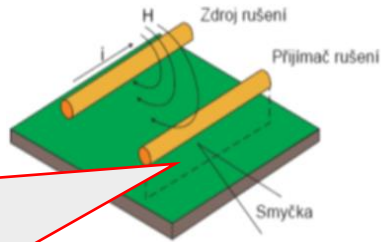
- Galvanická vazba
- Indukční vazba
- Kapacitní vazba



Galvanická vazba
 Vzniká při přímém nebo blízkém úderu blesku do bleskosvodu a v blízkosti stavebních objektů. Zemní potenciály mají různou velikost. Potenciál v zemi se snižuje se

Induktivní vazba

V okolí zdroje rušení se vytváří proměnné magnetické pole, do přijímače se indukuje napětí. Velikost přepětí je dána časovou změnou proudu di/dt ($d\phi/dt$).



Kapacitní vazba

Vzniká vlivem parazitní kapacity mezi zdrojem rušení a spotřebičem. Rušení je dáno časovou změnou napětí du/dt .

20

OCHRANA PŘED BLESKEM LPS – KOMPLETNÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM

Souhrn opatření, která zabraňují ničivým účinkům přepětí:

- zabránit přímému úderu blesku do budovy
- ochranné pospojování, systém uzemnění, vyrovnání potenciálu
- stínění – budovy, místnosti, vedení
- Výboje statické elektřiny (ESD)

SNÍŽENÍ ŠKODLIVÝCH ÚČINKŮ BLESKOVÝCH PROUDŮ NA STAVBY A ZAŘÍZENÍ V NICH INSTALOVANÉ:

- **VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - BLESKOSVODNÁ INSTALACE, UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA, OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ - viz platné ČSN EN 62305**
- **VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY A JEJICH SPRÁVNÁ KOORDINACE V JEDNOTLIVÝCH ZÓNÁCH – viz platné ČSN EN 62305**

21

OCHRANA PŘED BLESKEM LPS – CO NA TO ŘÍKÁ LEGISLATIVA?

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění pozdějších předpisů dle vyhl. č. 20/2012 Sb.
Bude nahrazena: č. 283/2021 Sb. - Zákon stavební zákon (účinnost od 01.07.2023)

Ochrana před bleskem se musí zřizovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit:

- ohrožení života nebo zdraví osob, zejména ve stavbě pro bydlení, stavbě s vnitřním shromažďovacím prostorem, stavbě pro obchod, zdravotnictví a školství, stavbě ubytovacích zařízení nebo stavbě pro větší počet zvířat,
- poruchu s rozsáhlými důsledky na veřejných službách, zejména v elektrárně, plynárně, vodárně, budově pro spojová zařízení a nádraží,
- výbuch zejména ve výrobě a skladu výbušných a hořlavých hmot, kapalin a plynů,
- škody na kulturním dědictví, popřípadě jiných hodnotách, zejména v obrazárně, knihovně, archivu, muzeu, budově, která je kulturní památkou,
- přenesení požáru stavby na sousední stavby, které podle písmen a) až d) musí být před bleskem chráněny,
- ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí, zejména u továrního komína, věže, rozhledny a vysílací věže.

22

OCHRANA PŘED BLESKEM – POSTUP NÁVRHU

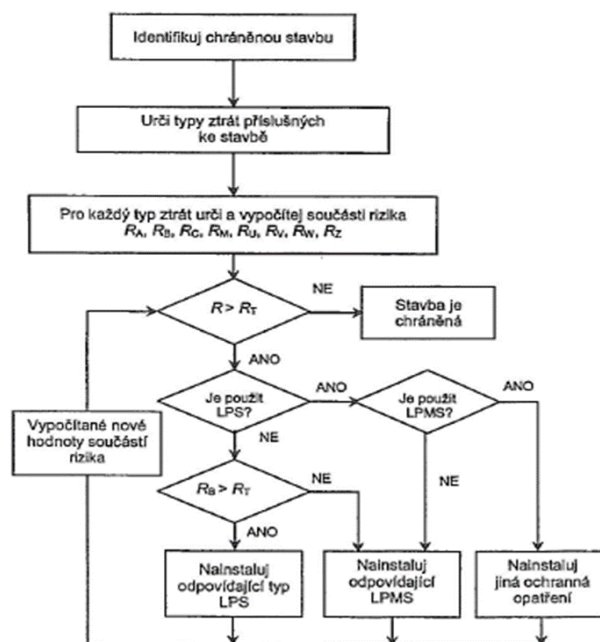
- Pro stavby uvedené v bodech (a - f) musí být **proveden výpočet řízení rizika, tzv. analýza rizik LPS** podle normových hodnot k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby. Rizika str.24, 25, 26
- Výsledkem analýzy** dle ČSN EN 62305-2 je **stanovení**, zda je nutná bleskosvodná soustava a na jaké technické úrovni (**LPS I, II, III, IV**).
- Ani v případě, dospěje-li se analýzou k závěru, že riziko zásahu je malé a ochranu není třeba zřizovat, neriskujeme, že se příroda bude chovat podle teorie pravděpodobnosti, a před úderem blesku životy a majetek chraňme!!!
- Blesky se o statistiku nezajímají!!!
- Pro **uzemnění systému ochrany před bleskem se u staveb zřizuje přednostně základový zemnič.**

23

OCHRANA PŘED BLESKEM – POSTUP STANOVENÍ RIZIKA

- Snížení škod způsobených bleskem** – potřebná ochranná opatření před bleskem,
- Rozhodnutí, zda chránit objekt nebo inženýrské sítě před bleskem a výběr ochranných opatření** musí být provedeny dle ČSN EN 62305-2, Postup následující:

- stanovení chráněného objektu a jeho vlastností,
- stanovení všech typů ztrát a jím odpovídajících rizik (R1 – R4 pro budovy a R'1 – R'4 pro inženýrské sítě),
- odhad příslušné složky rizika pro daný typ ztráty,



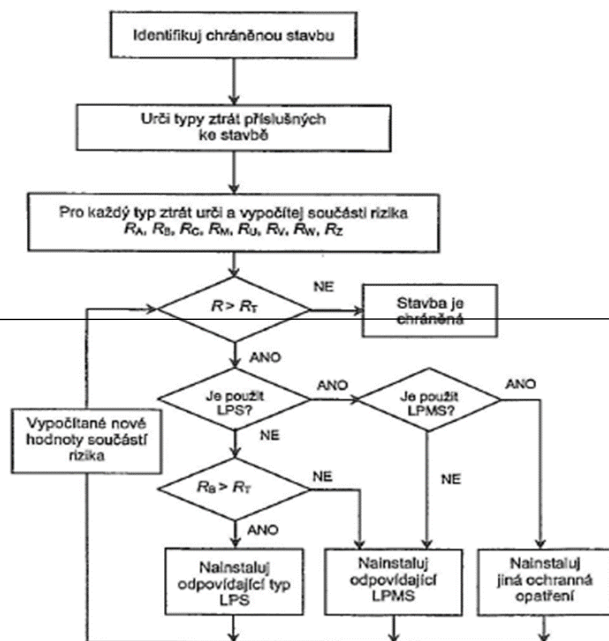
Obrázek 3 – Postup pro výběr ochranných opatření v budovách

24

OCHRANA PŘED BLESKEM – POSTUP STANOVENÍ RIZIKA

4) odhad potřeby ochrany srovnáním rizik ($R_1 - R_4$ pro budovy a $R'1 - R'4$ pro inženýrské sítě) s tolerovaným rizikem R_T ,

5) odhad hospodářských výhod ochrany porovnáním s náklady pro kompletní ztráty s ochrannými opatřeními a bez nich. V tom případě bude proveden odhad rizika (R_4 pro objekt, $R'4$ pro inženýrské sítě) podobnými náklady.

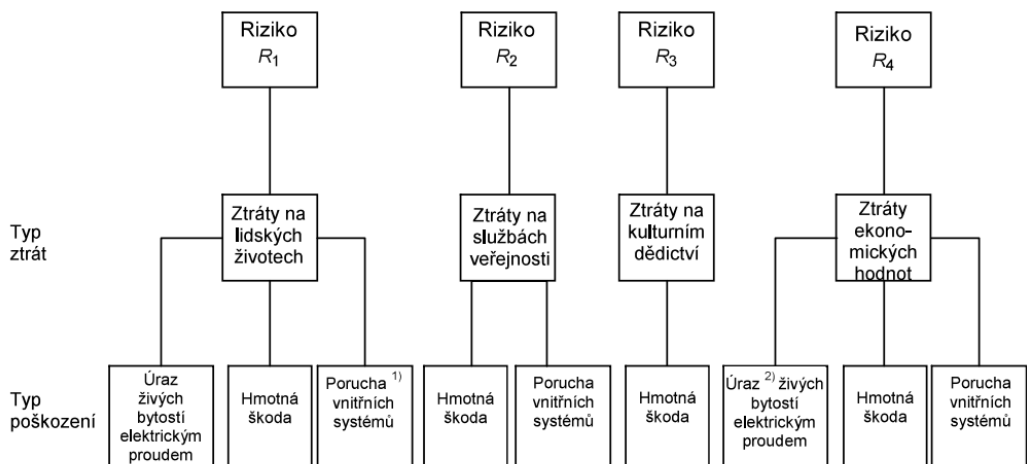


Obrázek 3 – Postup pro výběr ochranných opatření v budovách

Ochrana před bleskem je **potřebná**, když je riziko $R (R_1 - R_3)$ vyšší než přípustná hladina $R_T (R > R_T)$,
 V takovém případě musí být přijata ochranná opatření pro snížení rizika $R (R_1 - R_3)$ na přípustnou hodnotu $R_T (R \leq R_T)$.
 Může-li v objektu nastat více než jeden typ ztrát, musí být splněna podmínka $R \leq R_T$ pro každý typ ztrát L1, L2, L3.

Typy ztrát	Hodnota přípustného rizika R_T
Ztráty na lidských životech nebo trvalé úrazy	10^{-5}
Ztráta veřejné služby	10^{-3}
Ztráta kulturního dědictví	10^{-3}

Typy ztrát vyplývající z typů poškození a odpovídající rizika jsou uvedeny na obrázku 2.



1) Pouze pro nemocnice nebo jiné stavby, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

2) Pouze pro nemovitosti, kde mohou být ztráty na zvířatech.

OCHRANNÁ OPATŘENÍ

Ochranná opatření pro omezení úrazů živých bytostí způsobených el. proudem zahrnují:

- Odpovídající izolaci nechráněných vodivých částí,
- Vyrovnání potenciálu pomocí mřížové uzemňovací soustavy,
- Fyzické překážky a výstražné tabulky,
- Ekvipotenciální pospojování (EB).

Ochranná opatření pro snížení hmotných škod vhodným systémem LPS:

- Jímací systém,
- Svody,
- Uzemňovací soustava,
- Ekvipotenciální pospojování (EB),
- El. izolace (dostatečná vzdálenost) proti vnějším LPS.

27

Ochranná opatření pro snížení poruch elektrických a elektronických systémů zahrnuje:

- Opatření pro uzemnění a pospojování,
- Magnetické stínění,
- Směrování vedení,
- Izolační rozhraní,
- Koordinovanou ochranu pomocí SPD systému.

28

OCHRANA PŘED BLESKEM – POSTUP NÁVRHU

Třídy LPS

Tato norma stanoví čtyři třídy LPS (I až IV), které odpovídají hladinám ochrany před bleskem LPL (I až IV), jež jsou uvedeny v ČSN EN 62305-1 (34 1390) Ochrana před bleskem - **Část 1 Obecné principy**. Každou třídu LPS charakterizují:

a) údaje, které jsou závislé na třídě LPS:

- parametry blesku,
- poloměr valíci se koule, velikost ok a ochranný úhel,
- typické vzdálenosti mezi svody a mezi okružními vodiči,
- dostatečná vzdálenost proti nebezpečnému jiskření,
- minimální délka zemniče.

b) údaje, které nejsou závislé na třídě LPS:

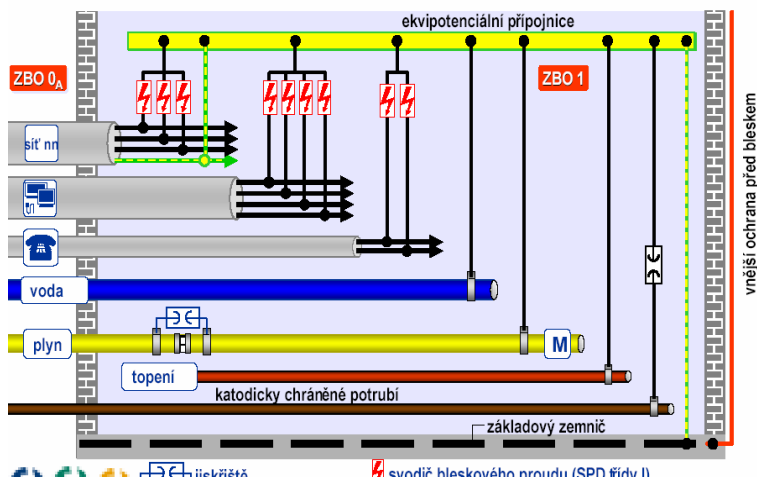
- ekvipotenciální pospojování proti blesku (vyrovnání potenciálů),
- minimální tloušťka kovového oplechování nebo kovového potrubí v jímací soustavě,
- materiály LPS a podmínky použití,
- materiál, tvary a minimální rozměry jímací soustavy, svodů a uzemňovací soustavy,
- minimální rozměry spojovacích vodičů.

29

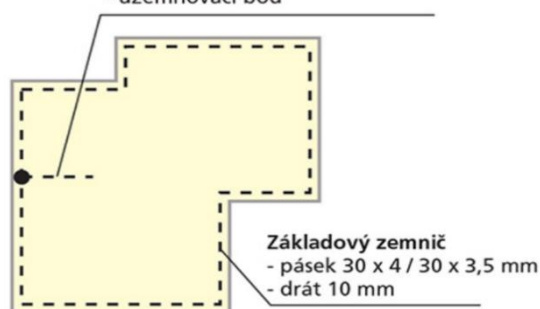
VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM LPS

SNÍŽENÍ ŠKODLIVÝCH ÚČINKŮ BLESKOVÝCH PROUDŮ NA STAVBY A ZAŘÍZENÍ V NICH INSTALOVANÉ:

- **VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - BLESKOSVODNÁ INSTALACE, UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA, OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ - viz platné ČSN EN 62305**
- **VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY A JEJICH SPRÁVNÁ KOORDINACE V JEDNOTLIVÝCH ZÓNÁCH – viz platné ČSN EN 62305**



Připojovací vodiče
 minimální délka 1,5 m, výrazné označení
 - nerezavějící ocel, pásek 30 x 3,5 mm
 - nerezavějící ocel, drát d = 10 mm
 - drát FeZn s izolací PVC d = 10/13 mm
 - uzemňovací bod



30

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – UZEMNĚNÍ ODPOR UZEMNĚNÍ $\leq 10 \Omega$ **Základový zemnič**

Je uspořádán do uzavřeného kruhu a který je uložen v betonu. Výhodou - velká dotyková plocha se zemí. Pokud zemnič nemá kontakt se zemí, např. v „plně izolované (černé) vaně“ nebo v tzv. „bílé vaně“, musí být instalován obvodový (kruhový) zemnič, jež převezme funkci základového zemniče. Důležitými kritérii uzemnění jsou **jeho tvary a rozměry** tak, aby došlo k rozdělení bleskového proudu do země a byla zmenšena nebezpečná přepětí,

Hlubkový zemnič – uspořádání „A“

Vodorovný nebo svislý zemnič, instalovaný vně chráněné stavby, který je spojen s každým svodem. Nejčastěji - tyčový zemnič, který je zaražen do země do větší hloubky. Skládá se z několika dílů většinou kruhového průřezu,

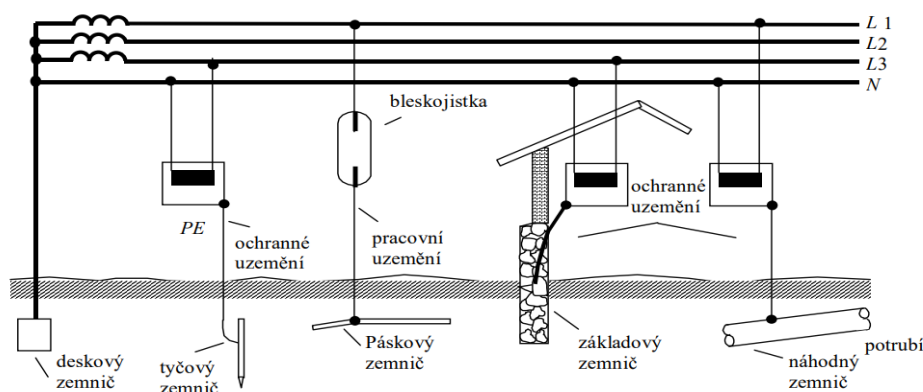
Obvodový zemnič – uspořádání „B“

Okružní zemnič vně objektu, podél obvodových zdí objektu, nebo základový zemnič. Kombinace!

Náhodný zemnič

Kovová součást konstrukce uložená přímo v zemi nebo v betonu, která původně nebyla instalována pro účely uzemňování, ale která byla jako zemnič dodatečně použita (armování železobetonových základů, potrubí apod.) - podmínky využití náhodného zemniče dle platných ČSN a vlivu prostředí.

31

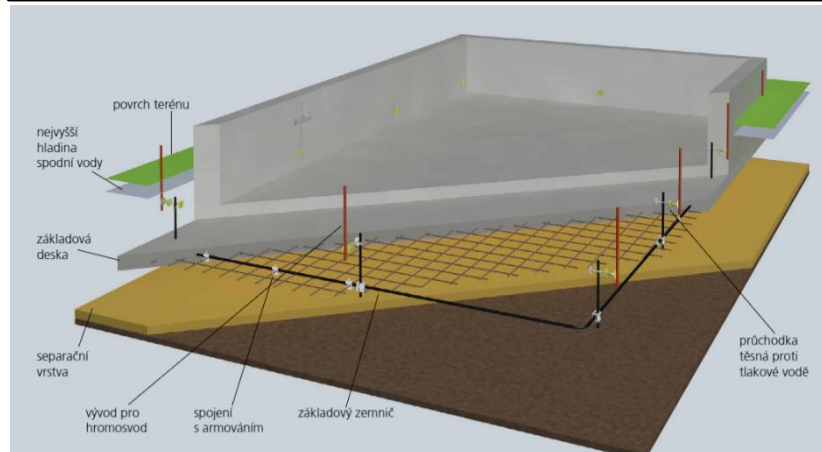
VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – UZEMNĚNÍ ODPOR UZEMNĚNÍ $\leq 10 \Omega$ 

32

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - UZEMNĚNÍ

Typ uzemňovací soustavy	Název	Minimální požadavky	Doporučená zdokonalení (zesílené čáry znázorňují přidavné pospojování)
A	Hvězda	 Viz 6.2.1	 Viz 6.2.2
B	Kruh	 Viz 6.3.1	nebo Viz 6.3.2
C	Místní síť	 Viz 6.4.1	 Pospojování ve všech křížících sítí a mezi sítí a zařízením Viz 6.4.2

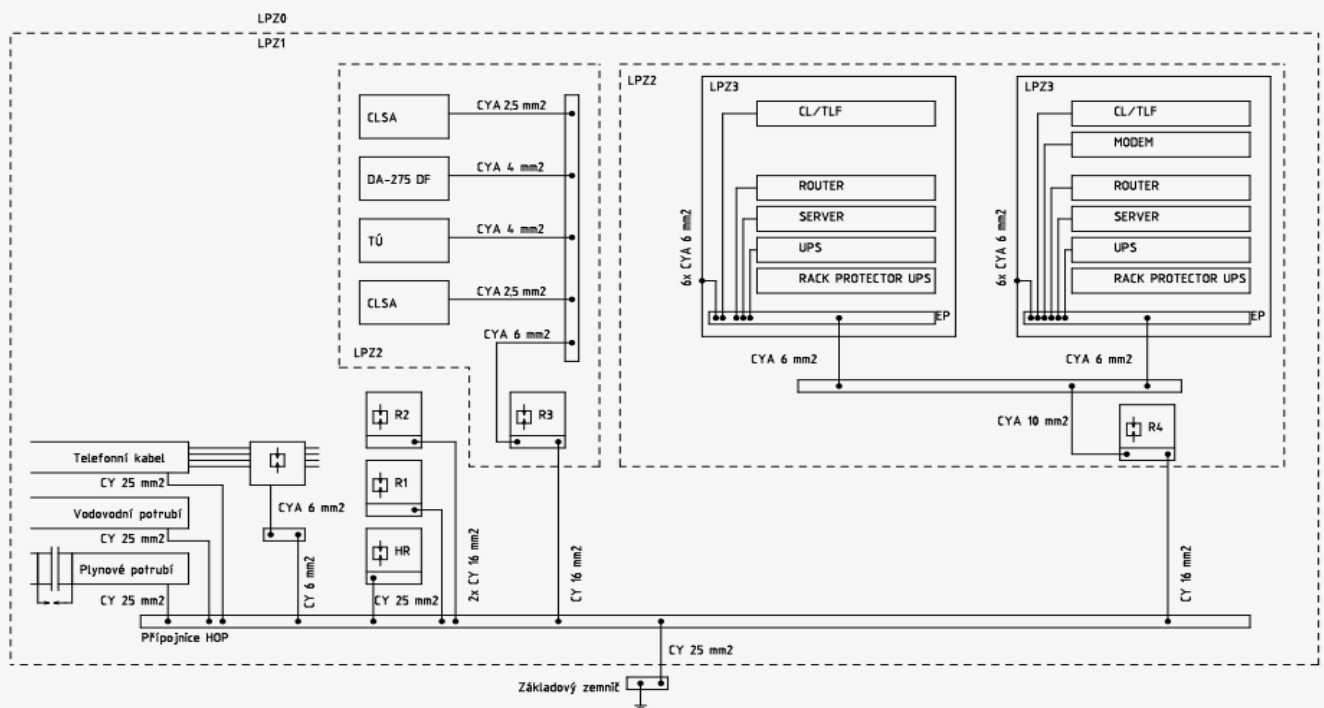
Typ uzemňovací soustavy	Název	Minimální požadavky	Doporučená zdokonalení (zesílené čáry znázorňují přidavné pospojování)
D	Síť	 Pospojování ve všech křížících sítí a mezi sítí a zařízením Viz 6.5.1	 Pospojování ve všech křížících sítí a mezi sítí a zařízením Viz 6.5.2



33

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - LPS

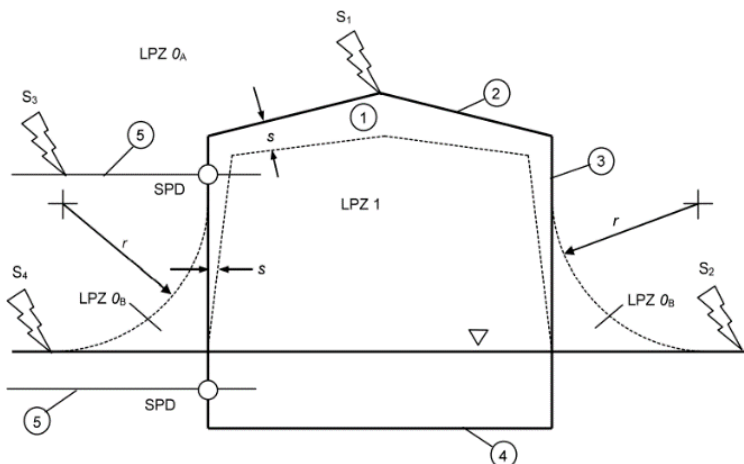
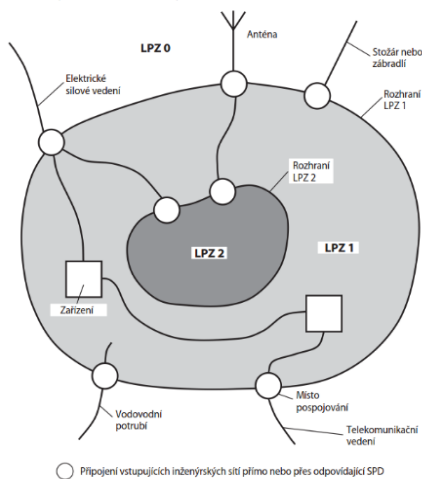
Příklad hlavního a doplňujícího pospojování



34

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – LPS OBCENÉ PRINCIPY ROZDĚLENÍ DO ZÓN

Obecné principy rozdělení do různých LPZ



Legenda

- | | |
|-----------------------|---|
| 1 Stavba | S1 Úder do stavby |
| 2 Jímací soustava | S2 Úder v blízkosti stavby |
| 3 Soustava svodů | S3 Úder do vedení připojenému ke stavbě |
| 4 Uzemňovací soustava | S4 Úder v blízkosti vedení připojenému ke stavbě |
| 5 Přívodní vedení | r Poloměr valčí se koule |
| | s Dostatečná vzdálenost proti nebezpečnému jiskření |

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - LPS

Zóny ochrany před bleskem

Norma ČSN EN 62305-4 definuje zóny ochrany před bleskem LPZ z hlediska přímého a nepřímého (elektromagnetického pulzu – LEMP) účinku blesku:

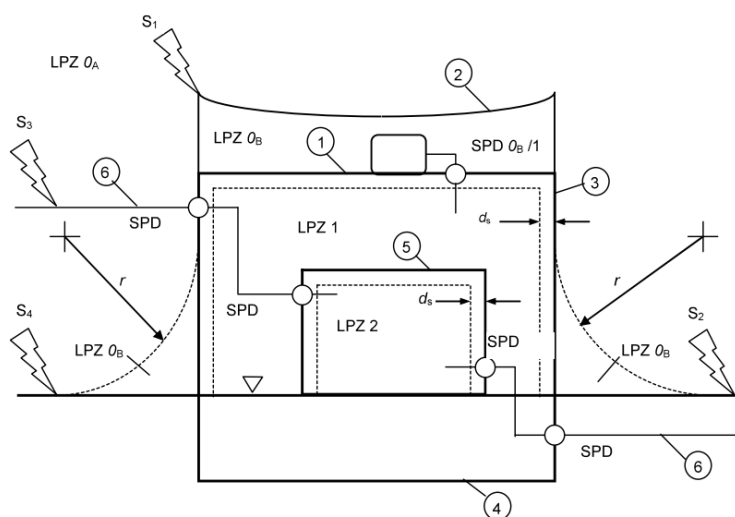
LPZ 0_A – volné prostranství (možnost přímého úderu blesku, netlumený LEMP)

LPZ 0_B – ochranný prostor jímače hromosvodu (ochrana před přímým úderem blesku, netlumený LEMP)

LPZ 1 – vnitřek objektu (vyloučený přímý úder blesku, tlumený LEMP – v závislosti na stínění)

LPZ 2 – vnitřek místnosti – např. serverovna s vodivou podlahou, FeAl podlahy a obklady zdí (další útlum LEMP v souvislosti s vyšším stupněm odstínění)

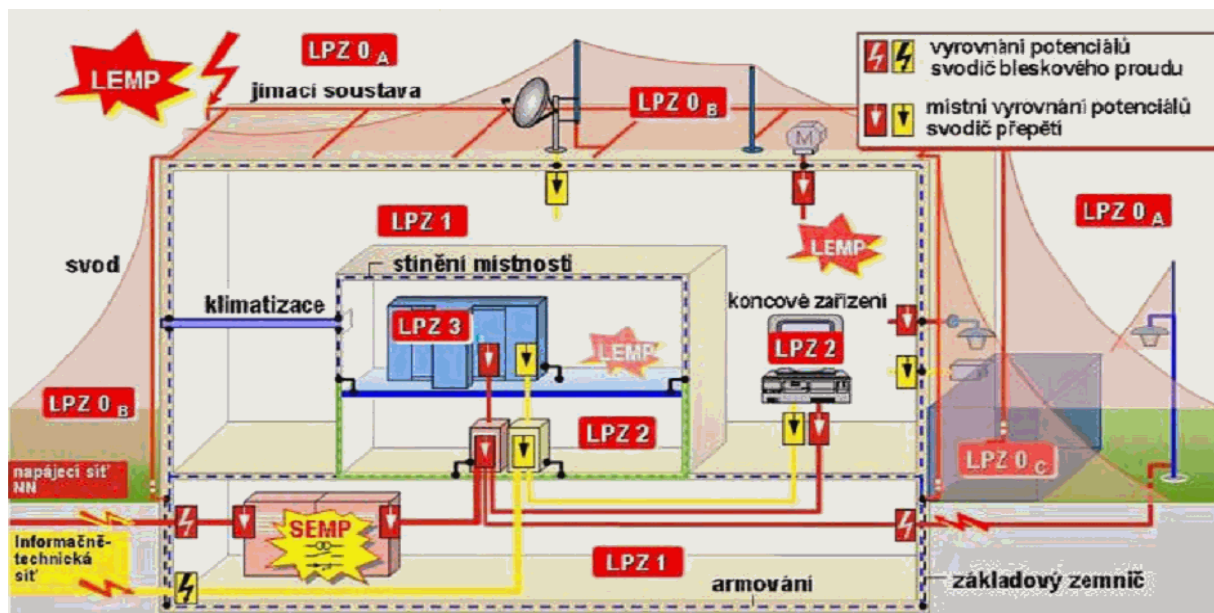
LPZ 3 – vnitřek kovové skříně (např. 19“ RACK)



Legenda

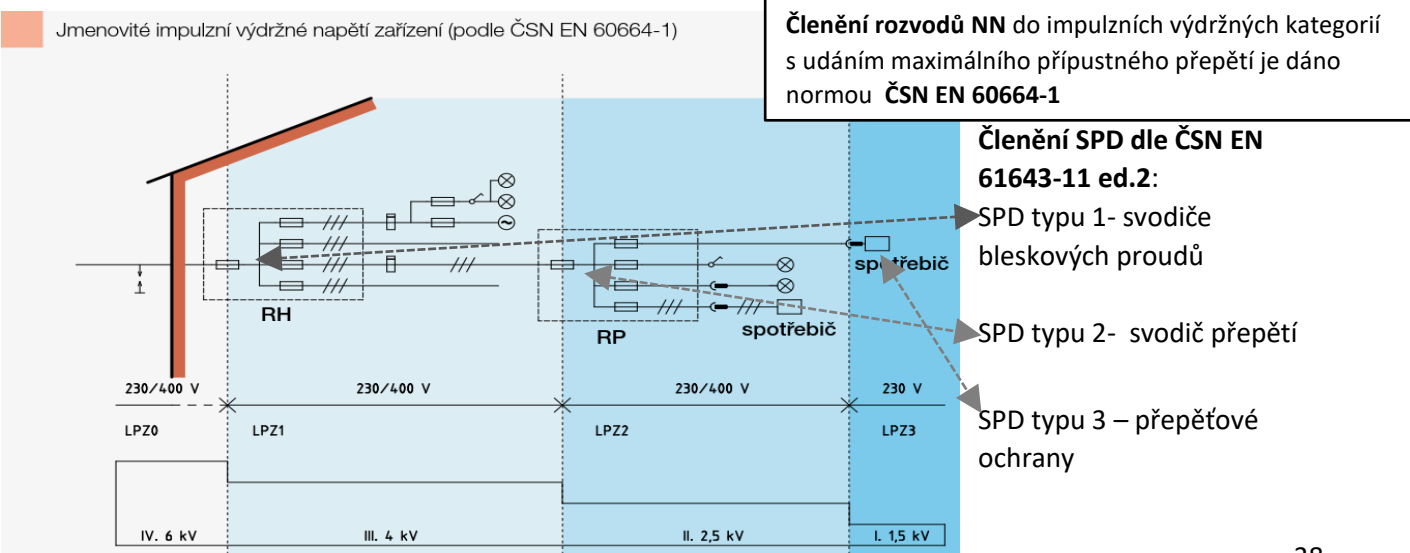
- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Stavba (stínění LPZ 1) | S1 Úder do stavby |
| 2 Jímací soustava | S2 Úder v blízkosti stavby |
| 3 Soustava svodů | S3 Úder do vedení připojenému ke stavbě |
| 4 Uzemňovací soustava | S4 Úder v blízkosti vedení připojenému ke stavbě |
| 5 Místnost (stínění LPZ 2) | r Poloměr valčí se koule |
| 6 Vedení připojená ke stavbě | d_s Bezpečný odstup proti příliš vysokému magnetickému poli |

VNĚJŠÍ A VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM LPS



37

VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – PRINCIP KOORDINACE SPD



38

Členění rozvodů NN do impulzních výdržných kategorií s udáním **maximálního přípustného přepětí** je dáno normou ČSN EN 60664-1:

- **zařízení kategorie přepětí IV** - je určeno pro použití na začátku elektrické instalace v budovách, jako jsou elektroměry a zařízení primárních nadproudových ochran. Pro 3f síť nn 3 x 400/230 V nemá na přívodu do budovy, kdy se jedná o začátek instalace přepětí překročit 6 kV,
- **zařízení kategorie III** - je zařízení, které je součástí pevných elektrických instalací a pro případy, kde jsou zvláštní požadavky na spolehlivost a použitelnost zařízení. Např. spínače v pevné instalaci a zařízení pro průmyslové použití s trvalým připojením k pevné instalaci. U zařízení kategorie III nemá přepětí překročit 4 kV,

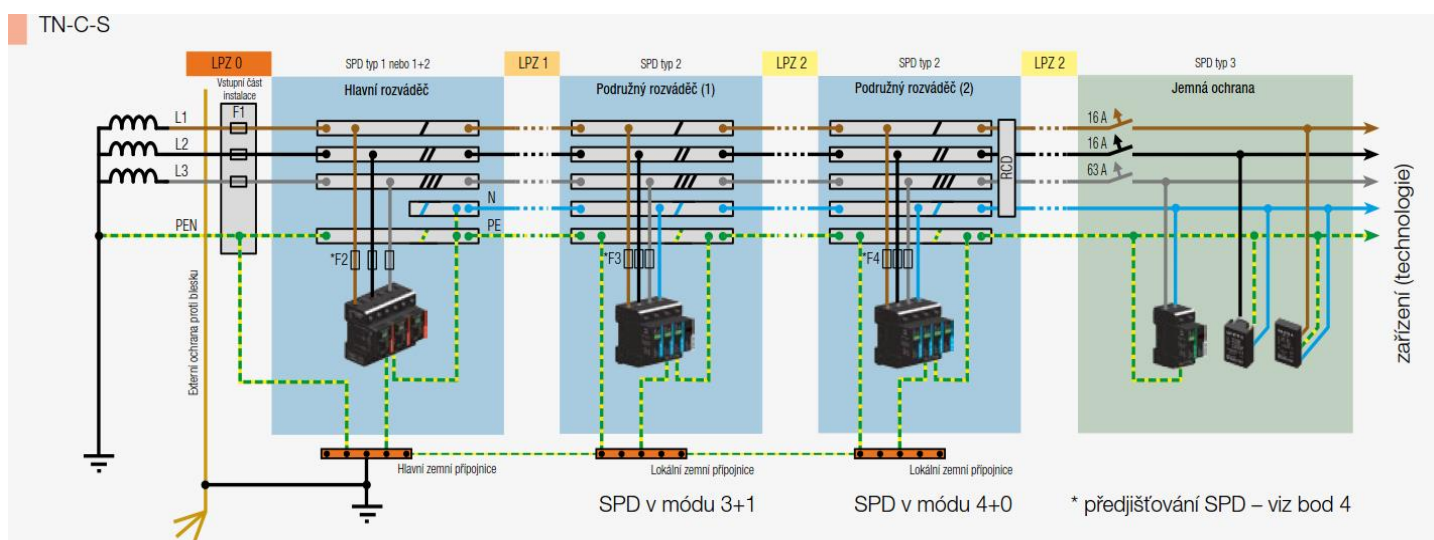
39

VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – PRINCIP KOORDINACE SPD

Členění rozvodů NN do impulzních výdržných kategorií s udáním **maximálního přípustného přepětí** je dáno normou ČSN EN 60664-1:

- **zařízení kategorie II** jsou spotřebiče energie určené pro připojení k pevným elektrickým instalacím. Např. spotřebiče, přenosné nářadí a ostatní domácí a podobné spotřebiče. U zařízení kategorie II nemá přepětí překročit 2,5 kV,
- **zařízení kategorie I** - je zařízení, které je určeno pro připojení k obvodům, ve kterých jsou použita opatření pro snížení přechodných přepětí na náležitě nízkou hladinu. Např. zařízení obsahující elektronické obvody chráněné na tuto hladinu. U zařízení kategorie I nemá přepětí překročit 1,5 kV.

40

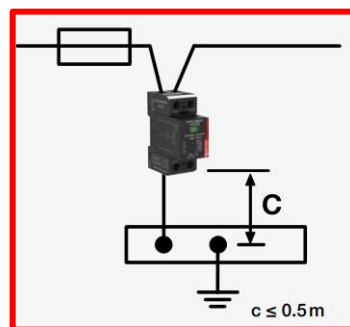
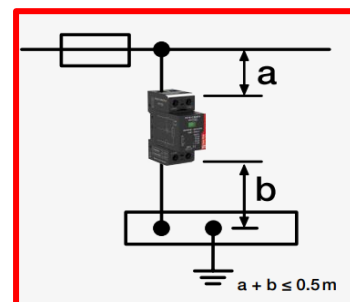
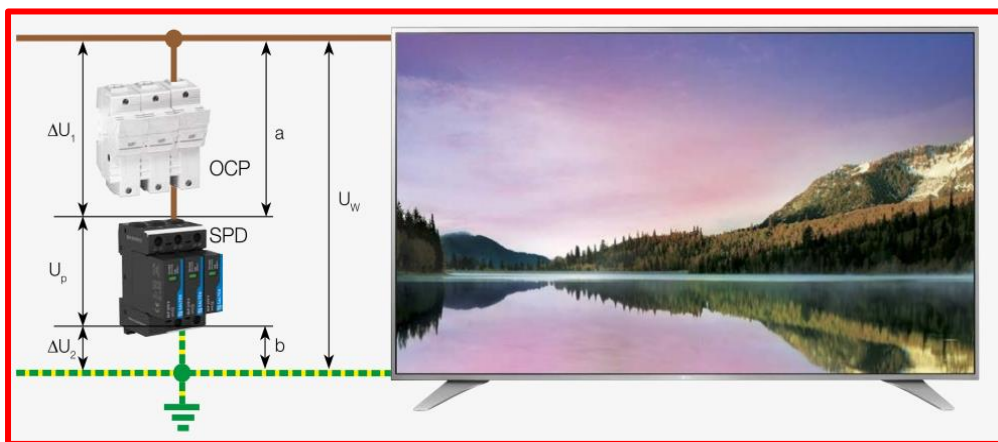


41

$$U_w > U_p + \Delta U_1 + \Delta U_2$$

U_w ... výdržné napětí
 U_p ... ochranná napěťová hladina
 $\Delta U_1, \Delta U_2$... úbytek napětí na připojovacím vodiči.

$$\Delta U = L \times di/dt$$



42

VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – SPD

Typ 3	Typ 2	Typ 1	→ EN 61643-11
Třída III	Třída II	Třída I	→ IEC 61643-1
Kat. C a D	Kat. C	Kat. B	→ VDE 0675-6

Proudový impulz 10/350

- simuluje dílčí bleskový proud
- velká energie
- pro svádění je vhodné jiskřiště
- → svodič bleskových proudů

SPD Typu 1

- Velmi vysoká energetická kapacita (povinný u budov s bleskosvodem)
- Testován standardizovanou vlnou **10/350 μs**
- Charakteristický parametr I_{imp} , minimální hodnota definovaná normou je 12,5 kA

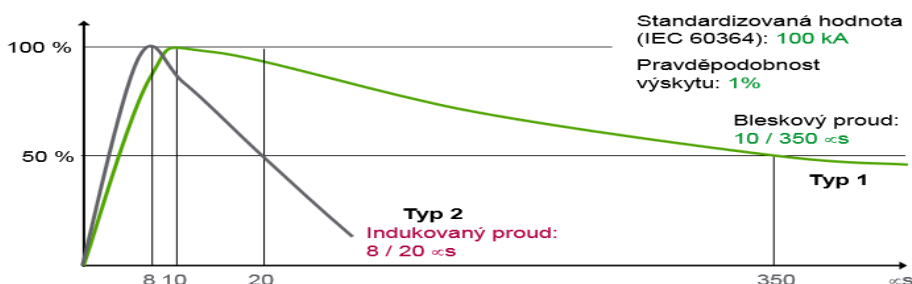
SPD Typu 2

- Střední až vysoká energetická kapacita
- Testován standardizovanou vlnou **8 / 20 μs**
- Charakteristický parametr I_{max} , minimální hodnota je 10 kA

Proudový impulz 8/20

- simuluje přibližně děj při indukovaném a spínacím přepětí
- zůstává za jiskřištěm při průchodu vlny 10/350
- velká strmost
- pro svádění je vhodný varistor
- → svodič přepětí

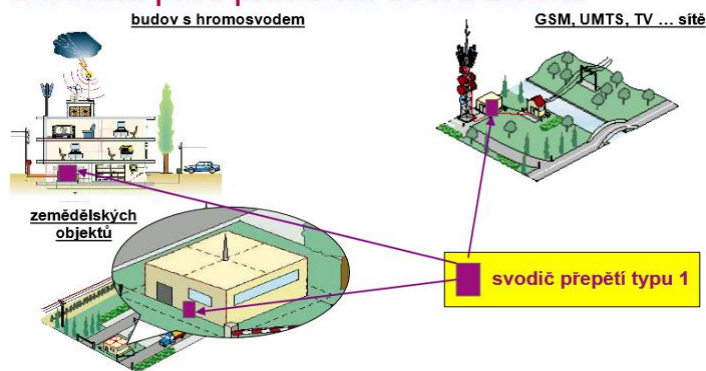
Standardizovaná testovací přepětivá vlna



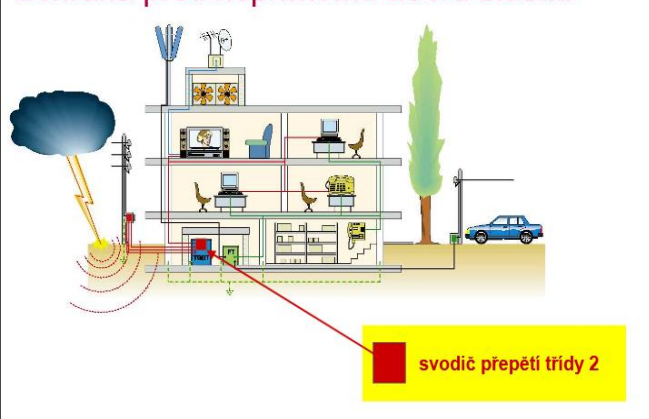
43

VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM - INSTALACE

Ochrana proti přímému úderu blesku



Ochrana proti nepřímému úderu blesku



44

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY**Vnější LPS izolovaný (oddálený) od stavby**

Vnější LPS je hromosvod, jehož jímací soustava a svody jsou elektricky izolovány od všech vodivých částí stavby. Existují dvě provedení:

1. **Vnější LPS bez jakéhokoli kontaktu s chráněnou stavbou** (klasický oddálený hromosvod dle ČSN 34 1390),
2. **Vnější LPS zřízený přímo na chráněné stavbě**, ale pouze v kontaktu s materiály, které mají vlastnosti elektrických izolantů (například nevodivá střešní krytina, zdivo apod.) nebo vodivými materiály, ale elektricky izolovanými od všech vnitřních vodivých částí stavby.

Vnější LPS neizolovaný (neoddálený) od stavby

Vnější LPS je bleskosvod, jehož jímací soustava a svody jsou elektricky vodivě spojeny buď s některými nebo se všemi vodivými částmi stavby, nebo LPS, u něhož se vodivé části stavby stávají přímo součástí LPS a je počítáno, že v případě přímého úderu blesku jimi bude procházet bleskový proud.

45

Vnější LPS neoddálený od stavby

Za náhodné jímače a součást LPS lze považovat:

a) **kovové oplechování chráněného objektu**, pokud:

- bude zajištěno trvalé elektrické propojení mezi různými díly (např. pájením na tvrdo, svařením, lisováním, falcováním, šroubováním nebo nýtováním),
- tloušťka plechu není menší než hodnota t uvedená v následující tabulce a je-li nutné zabezpečení před průpalem nebo nedovoleným zahřátím v bodu úderu,
- tloušťka plechu není menší než hodnota t' uvedená v následující tabulce a není-li potřeba brát zřetel na průpal plech v důsledku úderu blesku do tohoto bodu nebo vznícení lehce hořlavého materiálu pod obložení,

třída LPS	materiál	tloušťka t (mm)	tloušťka t' (mm)
I až IV	ocel (pozinkovaná)	4	0,5
	měď	5	0,5
	hliník	7	0,65

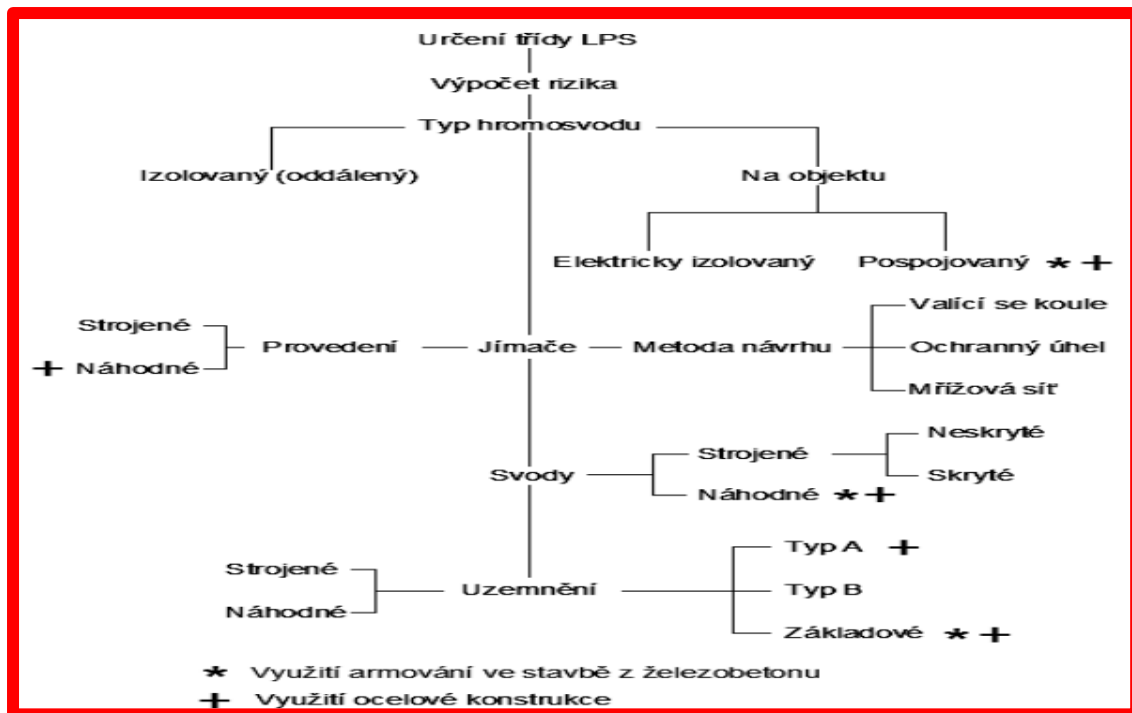
46

Za náhodné jímače a součást LPS lze považovat:

- b) **kovové díly jako jsou** ozdoby, zábradlí, potrubí, krytí parapetů atd., jejichž průřez není menší než průřez uvedený v následující tabulce,
- c) **kovová potrubí a nádrže na střeše**, pokud jsou vyrobená z materiálů, jejichž tloušťka a průřez odpovídá následující tabulce,
- d) **kovová potrubí a nádrže**, která obsahují lehce hořlavé nebo výbušné látky, pokud jsou vyrobená z materiálů, jejichž tloušťka a průřez není menší než hodnota t (uvedena v předchozí tabulce) a zvýšení teploty na vnitřní straně v místě úderu nezpůsobí žádné nebezpečí.

materiál	tvar	minimální průřez (mm^2)	poznámka
měď	pásek	50	min. tloušťka 2 mm
	drát	50	Ø 8 mm
	lano	50	min. Ø každého drátu 1,7 mm
hliník	pásek	50	min. tloušťka 3 mm
	drát	50	Ø 8 mm
	lano	50	min. Ø každého drátu 1,7 mm
pozinkovaná ocel	pásek	50	min. tloušťka 2,5 mm
	drát	50	Ø 8 mm
	lano	50	min. Ø každého drátu 1,7 mm
nerezová ocel	pásek	50	min. tloušťka 2 mm
	drát	50	Ø 8 mm
	lano	50	min. Ø každého drátu 1,7 mm

47



48

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY

Návrh jímací soustavy

Pro návrh jímací soustavy musí být použity jen tyto níže uvedené metody:

- metoda valící se koule,
- metoda ochranného úhlu,
- metoda mřížové soustavy.



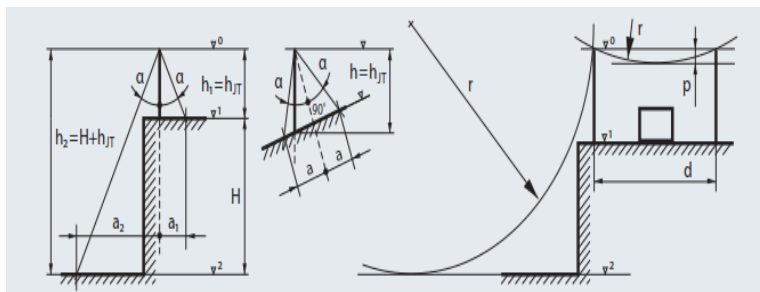
Kontrola dostatečné vzdálenosti

Elektrické izolace mezi jímací soustavou nebo svody na jedné straně a chráněnými kovovými instalacemi i elektrickými zařízeními, signálními a telekomunikačními zařízeními uvnitř objektu na straně druhé může být dosaženo dodržěním dostatečné vzdálenosti s mezi těmito díly.

Při úderu blesku do jímací soustavy budovy se bude bleskový proud snažit téci co nejkratší a nejpřímější (kolmou) cestou i přes vnitřní vodivé součásti budovy (i metalická vedení) do uzemňovací soustavy. Proto při výpočtu dostatečné vzdálenosti s by se neměla počítat jen vzdálenost ve vodorovném směru, ale především ve svislém směru (kritické místo instalace).

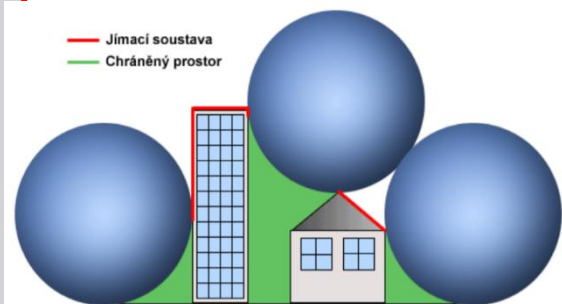
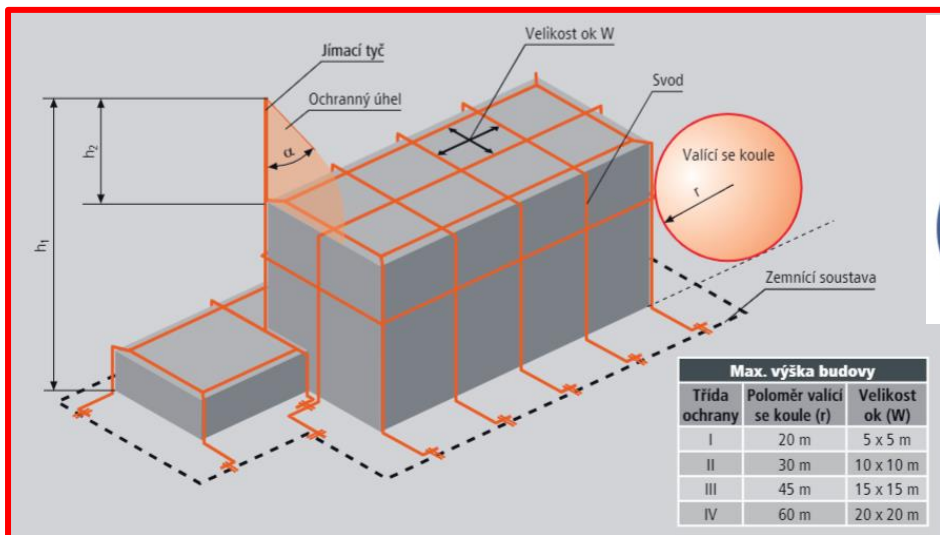
Ochranný prostor vytvořený jímací tyčí

- a – vzdálenost průsečíku plochy ochranného úhlu se zemí od roviny procházející jímačem
- h – výška jímače nad vztažnou rovinou



49

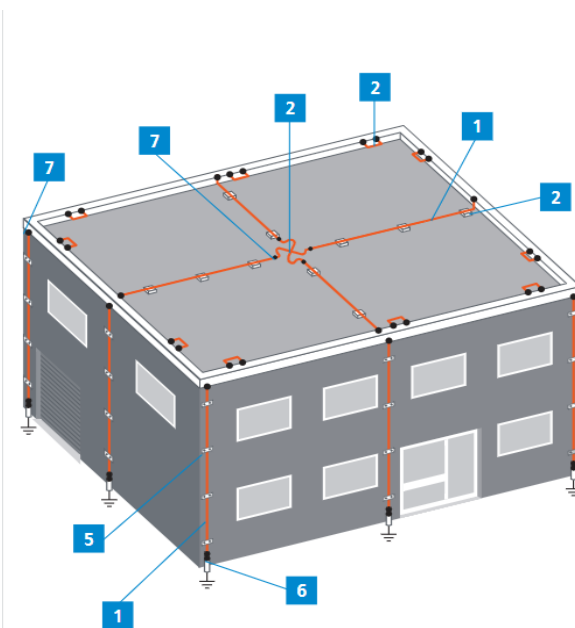
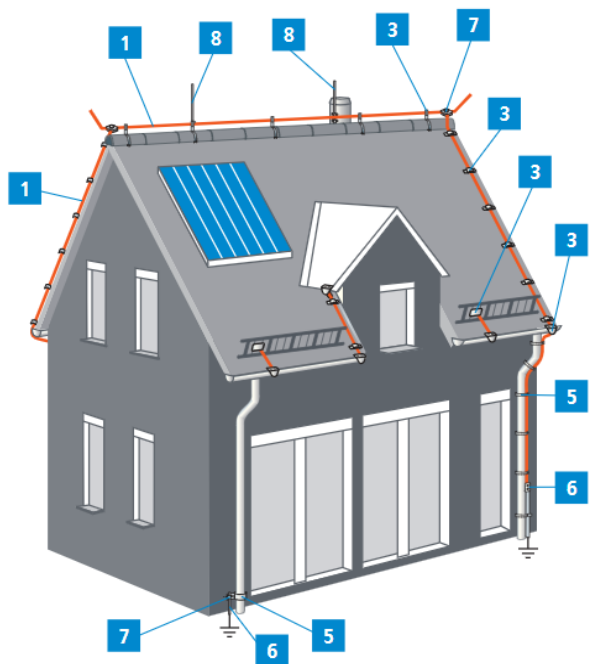
VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY



50

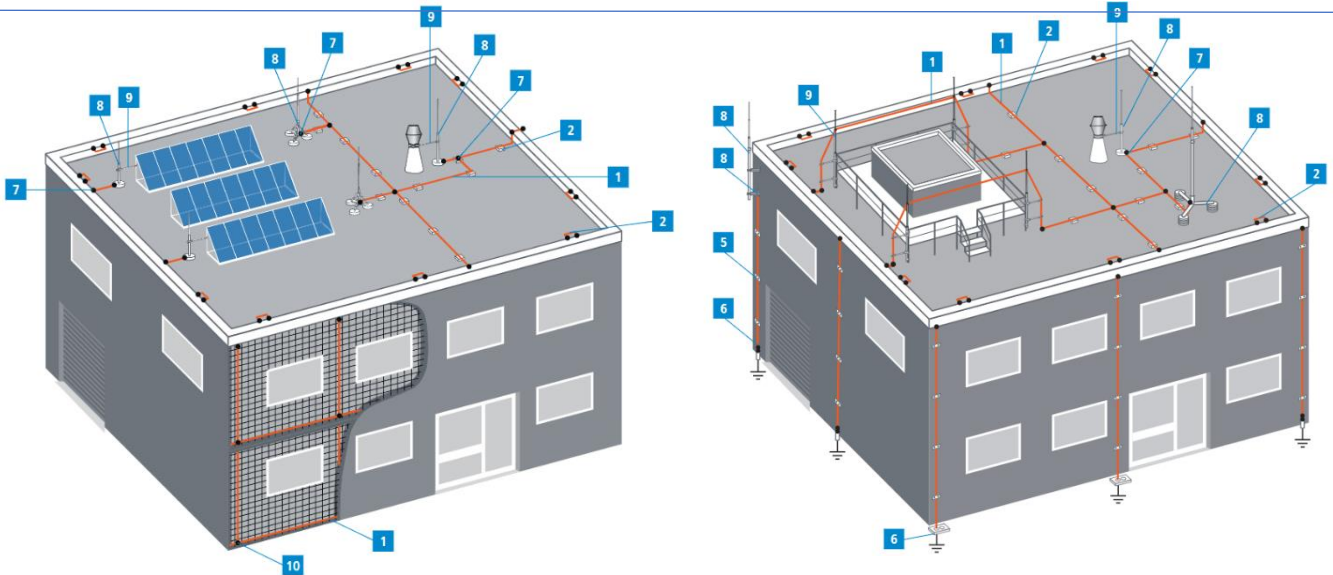
Přípustné metody návrhu jímací soustavy podle ČSN EN 62305-3							
metoda	ochranný úhel [°]				valcí se koule poloměr koule r [m]	mřížová soustava	
	výška objektu h [m]					velikost oka mříže [m]	odstup svodů okruž. vedení [m]
třída LPS (úroveň ochrany)	20 m	30 m	45 m	60 m			
I	25°	*	*	*	20	5 x 5	10
II	35°	25°	*	*	30	10 x 10	10
III	45°	35°	25°	*	45	15 x 15	15
IV	55°	45°	35°	25°	60	20 x 20	20

51

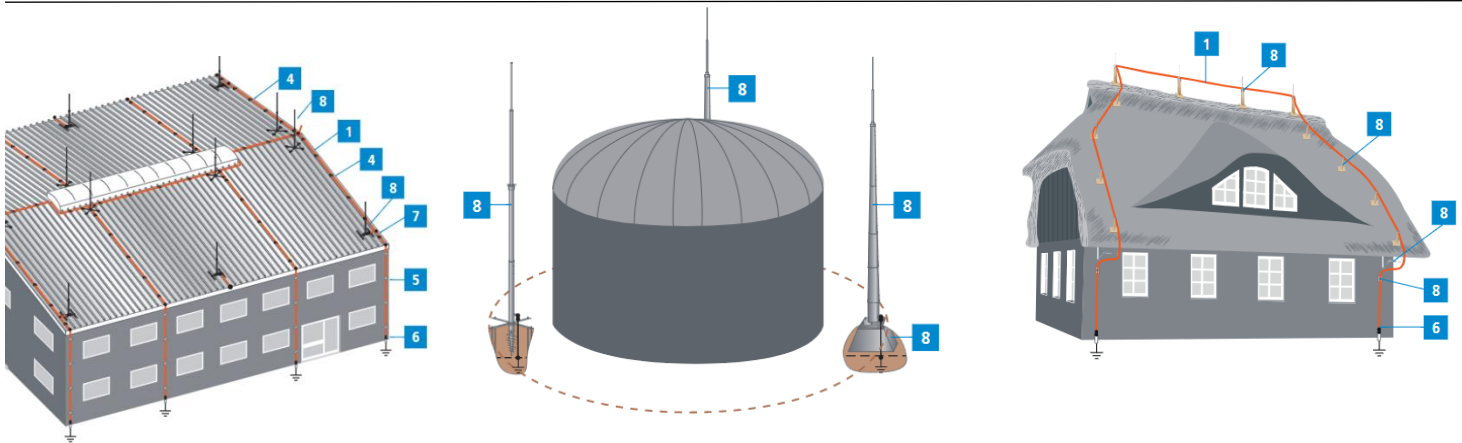


52

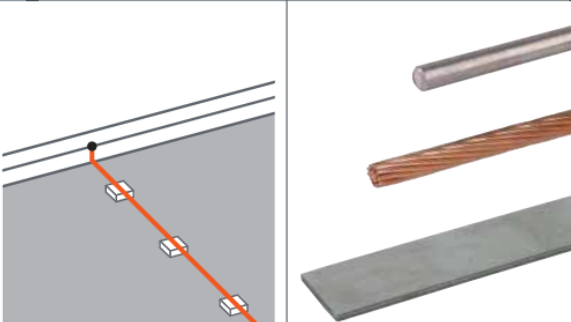
VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY



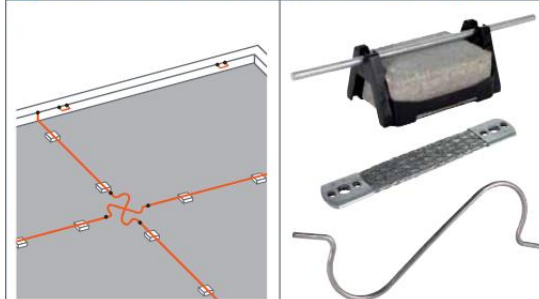
53



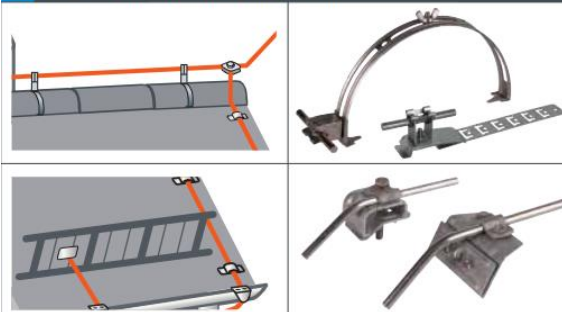
1 Dráty, pásky, lana, tyče



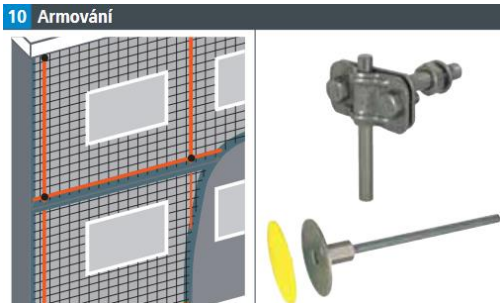
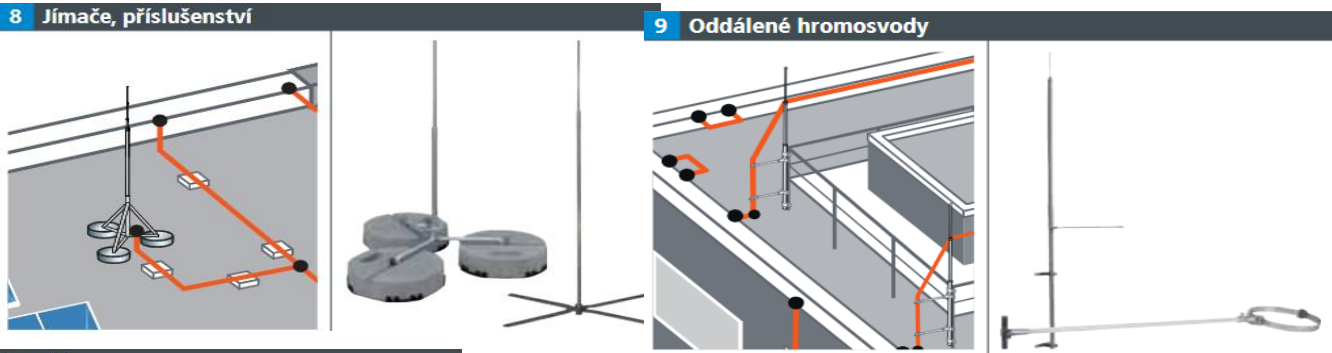
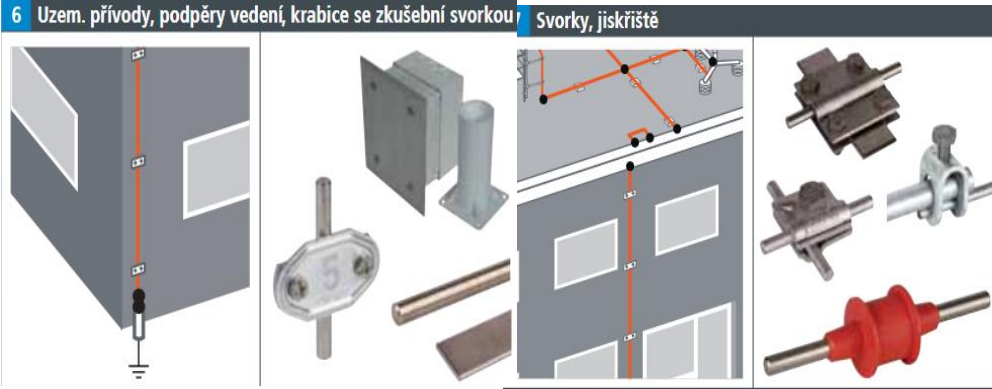
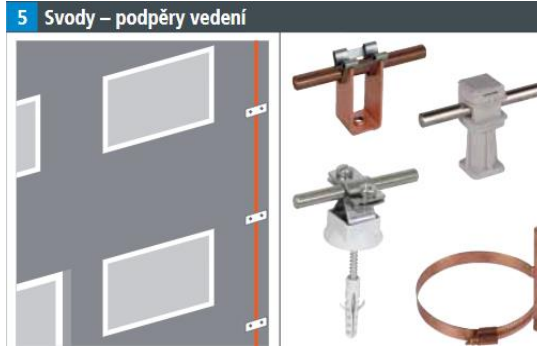
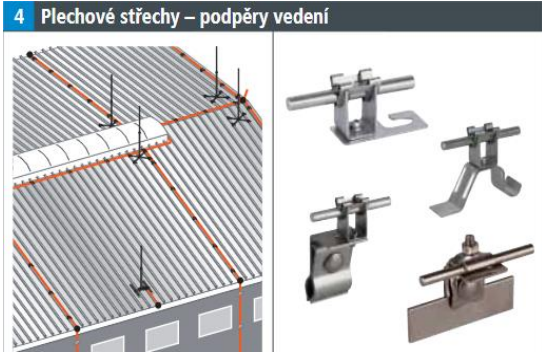
2 Ploché střechy – podpěry vedení, dilatační propojky



3 Sedlové střechy – podpěry vedení



54



55



56

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY - REALIZACE



57

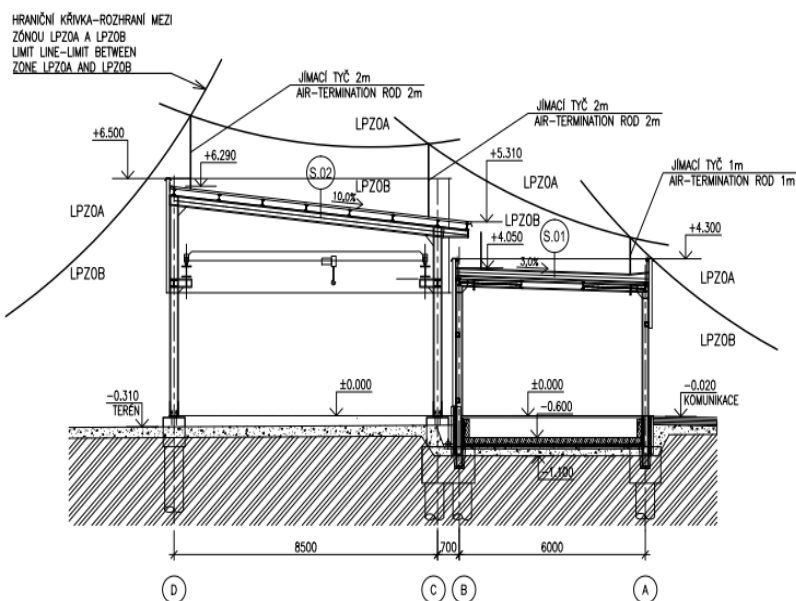


58

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – VZOR DOKUMENTACE

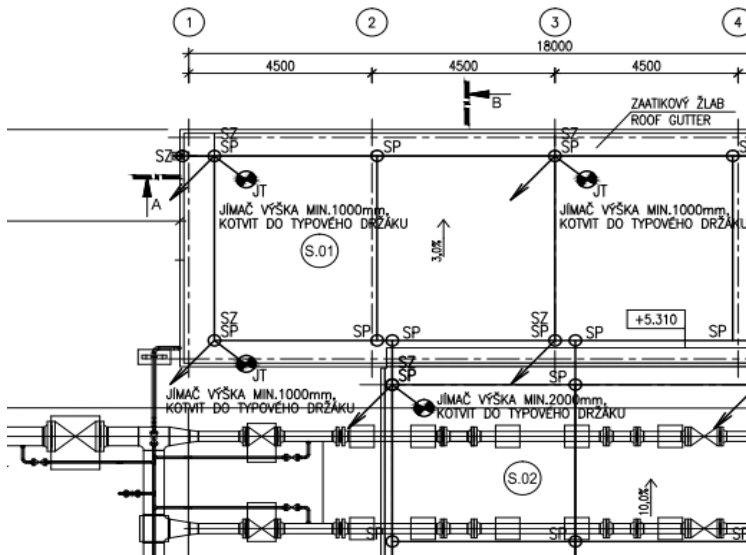
POZNÁMKY

- OBJEKT MS JE DLE ANALÝZY RIZIKZA ŘAZEN DO TŘÍDY LPS I.
- JÍMACÍ SOUSTAVA JE NAVRŽENA JAKO MŘÍŽOVÁ, DOPLNĚNÁ JÍMACÍMI TYČEMI DEFINOVANÉ VÝŠKY.
- JÍMACÍ SOUSTAVA JE NAVRŽENA POMOCÍ METODY VALIVÉ KOULE – POLOMĚR KOULE 20 m. DEFINOVANÉ NOSNÉ OCELOVÉ KONSTRUKCE – SVISLÉ ČÁSTI, BUDOU VYUŽITY JAKO NÁHODNÝ SVOD,
- NA PATĚ SLOUPŮ MUSÍ BÝT ZŘEJMÉ
- NEVODIVÉ ODDĚLENÍ OD ZÁKLADOVÉ DESKY Z DŮVODU ROZPOJENÍ JÍMACÍ SOUSTAVY A UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY
A PROMĚŘENÍ ZEMNÍHO ODPORU UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY. ZEMNÍ ODPOR UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY



59

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – VZOR DOKUMENTACE

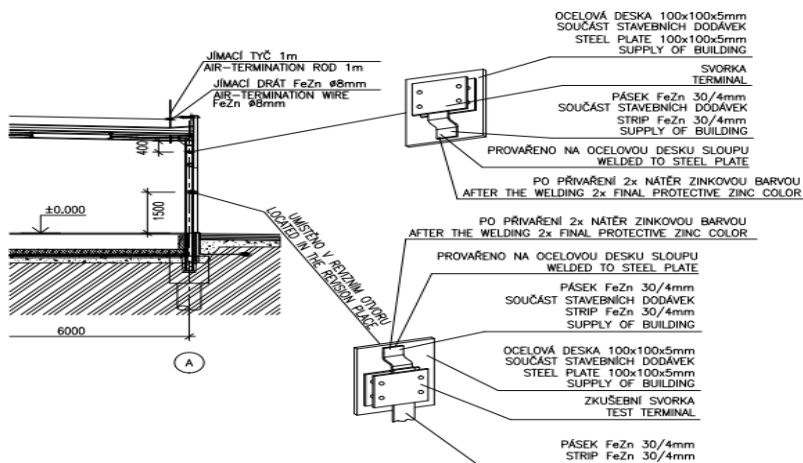


LEGENDA:

- SZO POLOHA DEFINOVANÉHO SVODU – VODIVÉ PROPOJENÍ VODIČEM FeZn Ø8mm S NOSNOU OCELOVOU KONSTRUKCÍ, ZKUŠEBNÍ SVORKA OSAZENÁ V REVIZNÍM OTVORU V OPLÁŠTĚNÍ VE VÝŠCE cca 1,5m NAD FINÁLNÍM TERÉNEM.
- JT JIMÁČ NA PLOCHOU STŘECHU, VČETNĚ PODSTAVCE, DRŽÁKU JIMACÍ TYČE, POLOHOVACÍHO ADAPTERU, PŘÍPOJOVACÍCH SVOREK A POMOČNÉHO SPOJOVACÍHO MATERIÁLU. JIMACÍ TYČE UMÍSTĚNÉ PO OBVODU STŘECHY OSADIT CO NEJBLÍŽE K HRANĚ ZAAITKOVÝCH ŽLABŮ.
- SPO VZÁJEMNÉ VODIVÉ PROPOJENÍ JIMACÍHO VEDENÍ, JIMACÍHO VEDENÍ S JIMÁČEM, JIMACÍHO VEDENÍ K OPLÁŠTĚNÍ NEBO K OKAPNÍM TRUBKÁM A DALŠÍM KOVOVÝM KONSTRUKCÍM OBJEKTU, KTERÉ BUDOU SOUČÁSTÍ LPS.
- FeZn Ø8mm – VODIČE MŘÍŽOVÉ JIMACÍ SOUSTAVY ULOŽENÉ NA PODPĚRÁCH VEDENÍ, VZDÁLENOST PODPĚR 1m, VÝŠKA PODPĚR 295mm.

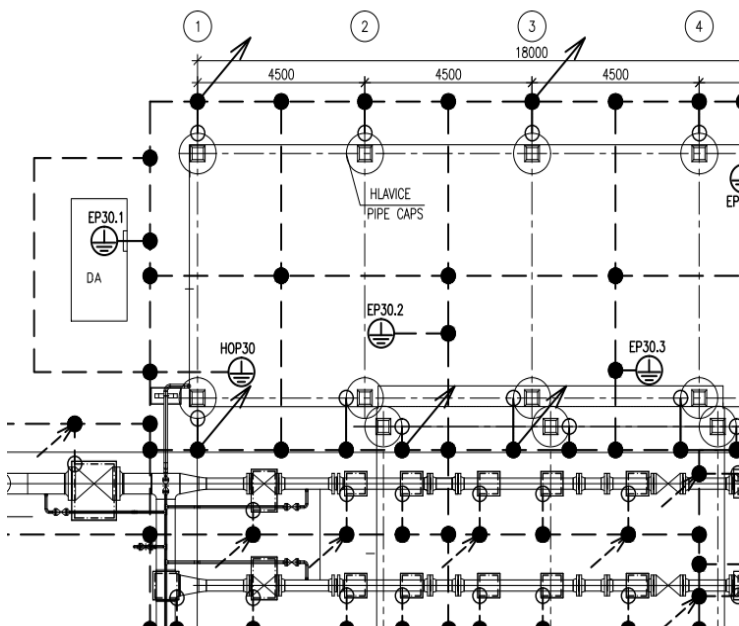
60

TYPOVÉ PŘEVODNÍ SVODŮ SE ZKUŠEBNÍ SVORKOU:
STANDARD CONNECTION OF DOWN-CONDUCTOR SYSTEM



61

LEGENDA:



VÝVOD OD STROJENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY – MATERIÁL FeZn 30x4mm V MÍSTĚ BUDOUCÍHO DEFINOVANÉHO SVODU NAVÁŘIT NA STROJENÝ ZEMNÍČ, PROPOJIT SVAREM, SVAR DLE POŽADAVKU ČSN EN 62305 MIN.DĚLKA 30mm, OPATŘIT ZÁKLADNÍM NÁTĚREM A NÁSLEDNOU IZOLACÍ PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI. ZKUŠEBNÍ SVORKA OSAZENA V REVIZNÍM OTVORU V OPLÁŠTĚNÍ.

UZEMŇOVACÍ PÁSEK FeZn 30x4mm – STROJENÁ ZEMNÍČ SOUSTAVA. PÁSEK ZALOŽIT PODÉL OBVODOVÝCH STĚN OBJEKTU DO ZEMINY, HLUBKA ULOŽENÍ MIN. 0,8m POD ÚROVNÍ TERÉNU VE VZDÁLENOSTI 1m OD STĚNY OBJEKTU. PÁSKY KLADENÉ PO BOCÍCH OBJEKTU PROPOJIT S UZEMŇOVACÍ SOUSTAVOU AREÁLU. PROPOJENÍ PROVĚST SVAREM DLE ČSN EN 62305 – DÉLKA SVARU MIN. 30mm. MÍSTO SVARU OPATŘIT ZÁKLADNÍM NÁTĚREM PROTI KOROZI A NÁSLEDNOU IZOLACÍ SVARU PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI.

MÍSTO VYVEDENÍ UZEMŇENÍ NA HLAVNÍ OCHRANNOU PŘÍPOJNICI (HOP30), NA OCHRANNOU PŘÍPOJNICI (EP30.2-4) A NA OCHRANNOU PŘÍPOJNICI V KAPOTOVANÉM DA (EP30.1).

MÍSTO PROPOJENÍ ZEMNÍČNÍCH PÁSKŮ – STROJENÝ ZEMNÍČ V ZEMI – PROVĚST SVAREM DLE ČSN EN 62305 S NÁSLEDNÝM ZAJIŠTĚNÍM ZÁKLADNÍHO NÁTĚRU MÍSTO SVARU A NÁSLEDNOU IZOLACÍ MÍSTO SPOJE PROTI ZEMNÍ VLHKOSTI

MÍSTO DEFINOVANÉHO VZÁJEMNÉHO PROPOJENÍ DEFINOVANÝCH ARMATUR ZÁKLADOVÉ DESKY SE STROJENÝM ZEMNÍČEM – PÁSKEM FeZn 30x4. PROPOJENÍ PROVĚST SVAREM DLE ČSN EN 62305 – DÉLKA SVARU MIN.30mm. ZAJIŠŤUJE PROFESE BETON.

MÍSTO DEFINOVANÉHO VZÁJEMNÉHO PROPOJENÍ ARMATUR ZÁKLADOVÝCH DESEK. PROPOJENÍ PROVĚST SVAREM DLE ČSN EN 62305 – DÉLKA SVARU MIN.30mm. ZAJIŠŤUJE PROFESE BETON.

DEFINOVANÉ ARMATURY ZÁKLADOVÝCH DESEK – DODÁVKA PROFESE BETON, MINIMÁLNÍ PRŮŘEZ ARMATURY DLE ČSN EN 62305.

UZEMŇOVACÍ VÝVOD PRO PROPOJENÍ UZEMŇENÍ POTRUBÍ A VENKOVNÍ TECHNOLOGIE NA STROJENÝ OBVODOVÝ ZEMNÍČ – 30x4 mm

62

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY - REALIZACE



63

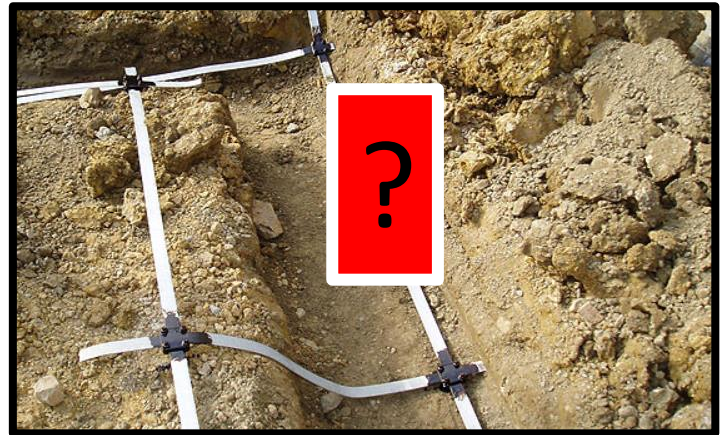
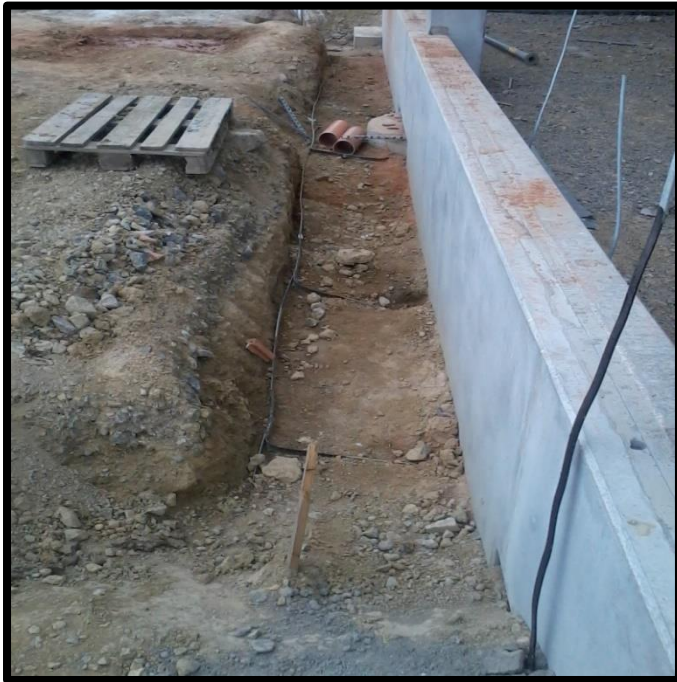


64



65

VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM – INSTALACE BLESKOSVODNÉ SOUSTAVY - REALIZACE



66

INTERVALY REVIZÍ LPS

Třída LPS	Vizuální kontrola (rok)	Celková revize (rok)	Kritické systémy Celková revize (rok)
I a II	1	2	1
III a IV	2	4	1

- V případech, kdy je LPS součástí plánované údržby zákazníka a/nebo se jedná o požadavek pojišťovny, musí být celková revize provedena 1 x za rok.
- Systém ochrany před bleskem pro prostředí s nebezpečím výbuchu by měl být vizuálně kontrolován 1 x za 6 měsíců. Lhůta celkové revize je doporučena 1 x za rok.
- V oblastech, kde dochází k silným povětrnostním změnám a kde jsou extrémní povětrnostní podmínky se doporučuje častější provedení vizuální kontroly, než je uvedeno v tabulce.

67



Děkuji za pozornost!

68