

Najbežnejšie chyby pri projektovaní ochrany pred bleskom podľa nových noriem radu STN EN 62305

Ing. Jozef DAŇO, OBO BETTERMANN, s.r.o. Pezinok

V nasledujúcom článku sa pokúsime upozorniť na najbežnejšie chyby pri projektovaní bleskozvodov podľa noriem STN EN 62305. Bližšie sa budeme venovať predovšetkým výške podpier vedenia v závislosti na horľavosti podkladu, na ktorom je vedenie inštalované. V ďalšej časti si názorne ukážeme ako správne umiestniť zvody do zateplenia. Posledná časť sa bude venovať využitiu tienených káblových kanálov na úsporu počtu prepäťových ochrán v stavbe.

1.1 KOĽKO CENTIMETROV JE DOSŤ? (ZÁVISLOSŤ VÝŠKY PODPIER VEDENIA OD HORĽAVOSTI PODKLADU)

Podľa normy STN EN 62305-3 platí pre zhotovenie zachytávacej sústavy a zvodov nasledovné:

Zachytávacia sústava (pozn. kapitola 5.2.4/STN EN 62305-3)

Zhotovenie zachytávacej sústavy na chránenej stavbe s neoddialeným vonkajším LPS sa môže realizovať nasledujúcimi spôsobmi:

- Ak je strecha z nehorľavého materiálu, vodiče zachytávacej sústavy môžu byť položené na streche stavby;
- Ak je strecha z ľahko horľavého materiálu, je potrebné venovať starostlivosť dodržaniu vzdialenosti medzi vodičom zachytávacej sústavy a materiálom strechy. Na slamených strechách, kde nie sú oceľové držiaky na uchytenie, je dostatočná vzdialenosť 0,15 m. Na iných horľavých materiáloch je dostatočná vzdialenosť väčšia ako 0,1 m;
- Ľahko horľavé súčasti chránenej stavby nesmú byť priamo v kontakte s časťami vonkajšej LPS a nesmú sa nachádzať priamo pod kovovou krytinou, ktorá sa môže pri zásahu blesku prepáliť.

Sústava zvodov (pozn. kapitola 5.3.4/STN EN 62305-3)

Zvody musia byť umiestnené pokiaľ možno tak, aby bolo vytvorené priame pokračovanie zachytávacej sústavy. Zvody musia byť nainštalované priamo a zvisle, aby sa vytvorilo čo najkratšie a najpriamejšie spojenie so zemou. Musí sa zabrániť vytvoreniu slučiek. Zvody, dokonca aj keď sú pokryté izolačným materiálom, nesmú sa uložiť v odkvapoch ani v odkvapových rúrach (účinky vlhkosti v odkvapoch vedú k intenzívnej korózii zvodov). Odporúča sa zvody umiestniť tak, aby bola dodržaná dostatočná vzdialenosť od všetkých okien a dverí. Zvody LPS neoddialeného od chránenej stavby sa smú nainštalovať:

- Ak je stena z nehorľavého materiálu, môžu sa zvody umiestňovať na stenu alebo do nej;

- Ak je stena z ľahko horľavého materiálu, môžu sa zvody umiestňovať na stene, pokiaľ zvýšenie teploty spôsobené prechodom bleskového prúdu nie je nebezpečné vzhľadom na materiál steny;
- Ak je stena z ľahko horľavého materiálu a zvýšenie teploty zvodov je bezpečné, musia sa zvody umiestniť tak, aby vzdialenosť medzi zvodmi a stenou bola vždy väčšia ako 0,1 m. Súčasti na uchytenie sa môžu dotýkať steny;
- Ak nie je možné zaistiť dodržanie vzdialenosti medzi zvodom a horľavým materiálom, má byť prierez zvodov minimálne 100 mm².

Z predchádzajúcich odsekov je zjavné, že vzdialenosť umiestnenia zvodov od podkladu je závislá na odporovom ohreve zvodu a zápalnej teplote podkladového materiálu. V norme STN EN 62305-1 v prílohe D.4 sú popísané účinky bleskového prúdu spôsobujúce možné škody.

Odporový ohrev

Odporový ohrev má miesto v každej súčasti LPS, ktorá prenáša podstatnú časť bleskového prúdu. Minimálna plocha prierezu vodiča musí byť dostatočná, aby sa zabránilo prehriatiu vodiča na úroveň, ktorá by mohla vytvoriť v okolí nebezpečenstvo požiaru. V ďalšej časti uvedieme postup na vyhodnotenie oteplenia vodičov pri prietoku bleskového prúdu.

Okamžitá energia rozptýlená vo vodiči, ako teplo spôsobené elektrickým prúdom, je vyjadrená nasledovne:

$$P(t) = i^2(t) \times R \quad (1)$$

Tepelná energia generovaná úplným bleskovým impulzom je súčinom ohmického odporu cesty bleskového prúdu cez uvažovanú súčasť LPS a špecifickej energie impulzu. Táto energia sa vyjadruje v J.

$$W = R \cdot \int i^2(t) dt \quad (2)$$

V bleskovom výboji sú doby trvania fázy úderu blesku s vysokou špecifickou energiou veľmi krátke na to, aby sa akékoľvek teplo generované v konštrukcii vodiča podstatne rozptýlilo. Jav sa preto považuje za adiabatický. Teplota vodiča LPS môže byť vypočítaná nasledovne:

$$t - t_0 = \frac{1}{\alpha} \left[\exp \left(\frac{W}{q^2 \cdot \gamma \cdot C_w} \right) - 1 \right] \quad (3)$$

$t - t_0$	oteplenie vodičov [K]
α	teplotný súčiniteľ odporu [1/K]
W/R	špecifická energia impulzu prúdu [J/Ω]
ρ_0	merný ohmický odpor vodiča pri teplote okolia [Ωm]
q	plocha prierezu vodiča [m ²]
γ	hustota materiálu [kg/m ³]
C_w	tepelná kapacita [J/kgK]
C_s	skupenské teplo topenia [J/kg]
T_s	teplota tavenia [°C]

Z uvedených hodnôt sme teda schopní vypočítať oteplenie vodiča v závislosti od veľkosti špecifickej energie prenášanej bleskovým prúdom. Na uľahčenie výpočtu nám autori normy STN EN 62305-1 poskytli vypočítané hodnoty pre najbežnejšie prípady. Vid'. tab. 1.

Prierez mm ²	Materiál											
	Hliník			Mäkká oceľ			Meď			Nerezová oceľ W/R (MJ/Ω)		
	W/R (MJ/Ω)			W/R (MJ/Ω)			W/R (MJ/Ω)					
	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	564	-	-	-	-	-	169	542	-	-	-	-
16	146	454	-	1120	-	-	56	143	309	-	-	-
25	52	132	283	211	913	-	22	51	98	940	-	-
50	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
100	3	7	12	9	20	37	1	3	5	45	100	190

Tab. 1 Oteplenie vodičov v závislosti na špecifickej energii blesku

Vysvetlivky: W/R = 2,5 MJ/Ω - LPL III/IV

W/R = 5,6 MJ/Ω - LPL II

W/R = 10 MJ/Ω - LPL I

Príklad:

Rozoberme teda bežný prípad, s ktorým sa projektanti každodenne stretávajú v svojej praxi. Riešenie LPS pre bežnú skladovú halu so strešnou krytinou z horľavého materiálu (IPA). Priemerná zápalná teplota podobných krytín je 270°C. Uvažujme použitie LPL I, ktoré bude reprezentované mrežovou sústavou o veľkosti ôk 5x5 m na podperách výšky 78 mm. Predpokladá sa úder blesku z jasného neba, to znamená, že zanedbáme ochladzovanie strechy dažďom. Teplota strechy v horúcom letnom dni je uvažovaná napr. 60°C. Na vyhotovenie mrežovej sústavy bol použitý drôt s priemerom 8 mm, z materiálu AlMgSi.

Vstupné hodnoty:

- Materiál zvodového vodiča AlMgSi
- Priemer vodiča 8 mm (pozn. prierez vodiča $q = 50 \text{ mm}^2$)
- LPL I teda uvažovaný bleskový prúd 200 kA
- Odporový ohrev, špecifická energia W/R 10 MJ/Ω
- Merná hmotnosť materiálu = 27000 kg/m³
- uvažovaná počiatočná teplota vodiča = 60 °C

Riešenie:

Za pomoci vzťahu (3) alebo Tab. 1 určíme oteplenie špecifikovaného vodiča.

	Prierez vodiča [mm ²]	Δt [°C]	Celková teplota [°C] $T = \Delta t + t_1$
AlMgSi	50	52	112
FeZn	50	211	271
Cu	50	22	82
Oceľ V2A/V4A	50	940	1000

Tab. 2 oteplenie vodičov

Z uvedenej tabuľky 2 vyplýva, že ak by vodič o počiatočnej teplote 60°C ležal priamo na strešnej krytine ohrial by sa na uvedené hodnoty v tab.2. Znamená to, že v mieste úderu blesku sa vodič ohreje na vypočítané hodnoty, ale fázy úderu blesku s vysokou špecifickou energiou sú veľmi krátke na to, aby sa akékoľvek teplo generované v konštrukcii vodiča podstatne rozptýlilo. Zelené riadky tabuľky znázorňujú stav kedy nie je možné vznietenie strechy ani pri priamom kontakte s vodičom. Ak teda zarátame izolačnú medzeru tvorenú vzduchom o veľkosti 78 mm nedôjde teda k vznieteniu určite.

Pri teplotách vyšších ako teplota vznietenia projektant stále môže zvoliť väčší prierez vodiča a iný druh materiálu na zníženie oteplenia.

1.2 UMIESTNENIE ZVODOV V ZATEPLENÍ.

V norme STN 341390, ktorá bola **zrušená 1.2.2009** a nahradená súborom noriem STN EN 62305 bolo uvedené uloženie zvodov do zateplenia nasledovne (pozn. drvivá väčšina projektov v dnešnej dobe je bohužiaľ stále projektovaná podľa tejto normy):

- Pripúšťa sa priame uloženie zvodov do steny/zateplenia, v dutine so svetlosťou minimálne 29 mm (napr. nekovovej netrieštivej trubke pod obkladom) alebo priamo do steny. Tu však treba podotknúť, že sa uvažuje výhradne so zvodmi z FeZn.
- U pevne uložených vodičov v omietke je minimálny priemer vodiča 10 mm.

Dôležité upozornenie – norma už neplatí!

Chyby pri tomto uložení:

- Ak použijeme rúrku, tak sa kotví rúrka a nie zvod (pozn. neexistuje odskúšaná príchytka pre takéto uchytenie)
- Ak sa aplikuje FeZn priamo pod omietku dôjde ku korózii

Ako sme sa už v predchádzajúcom článku zmienili, vždy sa dá navrhnúť vhodný materiál a prierez vodiča, aby nedošlo k nadmernému prehriatiu a vznieteniu izolácie. Čo teda použiť vodiče ošetrené voči korózii PVC izoláciou, ktoré majú vhodný prierez?

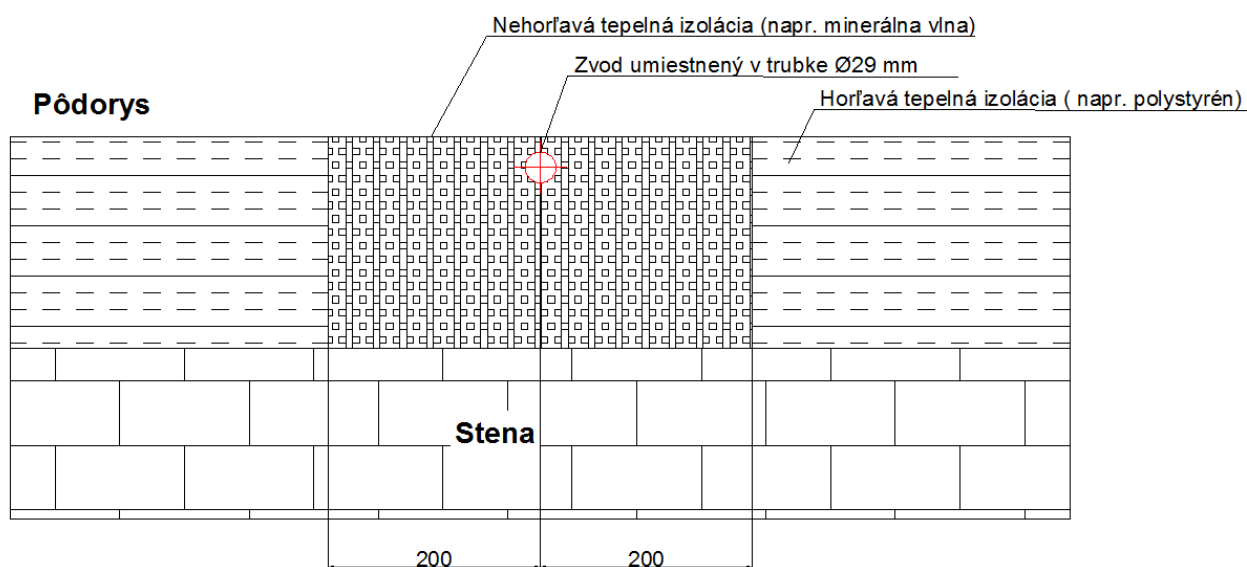
Je však potrebné dodať, že problematika ukladania častí elektrických zariadení a elektrických rozvodov, medzi ktoré môžeme zaradiť aj bleskozvody, sa dá veľmi prakticky riešiť aj z pohľadu STN 33 2312 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia malého a nízkeho napätia v tuhých horľavých materiáloch a na nich. Z tejto normy vyplýva podľa jej ustanovenia 4.1.1 nasledovná skutočnosť:

Najvyššia dovolená teplota elektrického zariadenia na priamu montáž do horľavých materiálov a na ne v miestach styku s horľavým materiálom môže byť najviac 115 °C. Uvedená teplota sa nesmie prekročiť ani pri poruchových stavoch, s ktorými sa uvažuje v príslušných predpisoch a normách (preťaženie, skraty, nevhodná obsluha, uvoľnenie elektrických spojov a pod.).

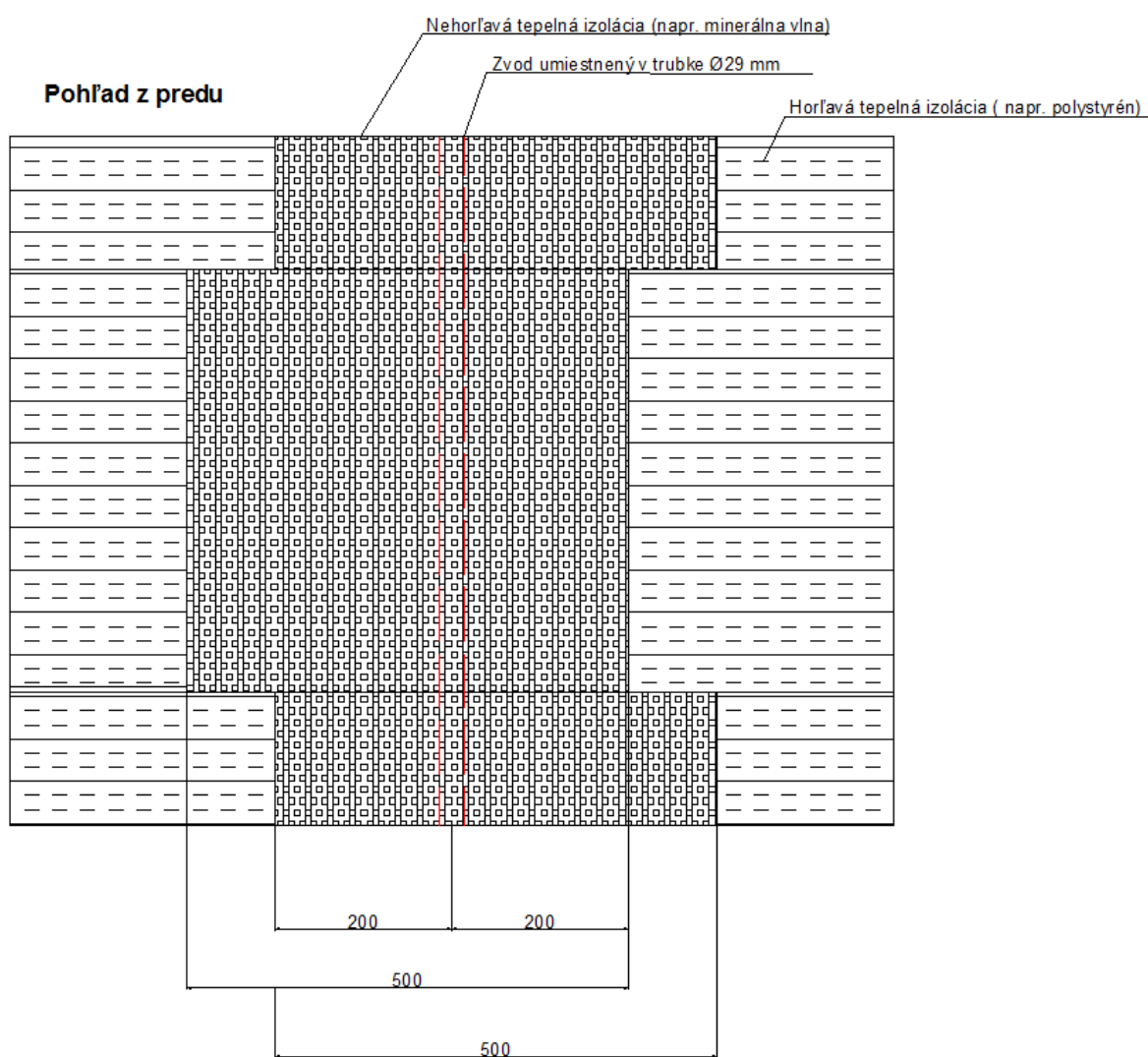
Takže pokiaľ je splnená táto teplotná podmienka aj u vodičov bleskozvodu, tak otázka „Koľko centimetrov je dosť“ vo vzťahu k vzdialenosti vodiča bleskozvodu od horľavých látok prestáva byť podstatnou. Vždy sa teda dá naprojektovať dostatok zvodov, aby k prehriatiu nedošlo.

Zaujímavou informáciou pre niektorých môže byť skutočnosť, ako sa vysporiadať s ukladáním skrytých alebo povrchových zvodov bleskozvodu v prípade horľavých vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS). Napriek tomu čo bolo povedané, sa podľa revidovanej STN 73 2901 Zhotovovanie vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS), ktorá by mala vojsť do platnosti začiatkom roku 2015 pripravujú nasledovné požiadavky.

Norma uvádza, že na zhotovovanie tepelnoizolačného kontaktného systému v oblasti zvodu bleskozvodu zabudovaného do ETICS sa požaduje použiť tepelnú izoláciu aspoň s triedou reakcie na oheň A2 (nehorľavá) v kontaktnom tepelnoizolačnom systéme s triedou reakcie na oheň aspoň A2-s1, d0 (teda nehorľavý). Zvislý pás tepelnej izolácie s triedou reakcie na oheň aspoň A2 musí presahovať zvod bleskozvodu vedený v ochrannej rúrke najmenej 200 mm na obidve strany. Uvedená požiadavka platí aj pre zvod bleskozvodu nezabudovaný v ETICS, ktorého kotviace prvky sú od povrchu zateplenej plochy vyložené menej ako 100 mm. Ak sú kotviace prvky vyložené viac ako 100 mm od povrchu zateplenej plochy, nepožaduje sa použitie tepelnej izolácie s triedou reakcie na oheň aspoň A2 v tepelnoizolačnom kontaktnom systéme triedy reakcie na oheň aspoň B-s1, d0. Z dôvodu zabezpečenia ochrany ETICS pred vplyvom dynamických účinkov blesku sa musí zvod bleskozvodu zabudovaný do ETICS účinne ukotviť vhodnými kotviacimi prvkami do stavebnej konštrukcie podkladu najmenej každých 600 mm.



Obr. 1 uloženie zvodu v zateplení pohľad v reze



Obr. 2 uloženie zvodu v zateplení pohľad spredu

Záver:

V uvedených prípadoch na obr. 1 a 2 je použitá rúrka, na ktorú nie sú certifikované úchyty. Jednoduchšie a rýchlejšie riešenie by bolo použitie vodiča s dostatočným prierezom a PVC izoláciou voči korózii.

1.3 VÝBER SILNOPRÚDOVÝCH PREPÄŤOVÝCH OCHRÁN V NN SIEŤACH

V poslednej časti článku sa budeme venovať výberu prepäťových ochrán. Ukážeme si jednoduchý výber SPD podľa typu stavby a zvolenej LPL. Keďže prepäťové ochrany slúžia na vyrovnanie potenciálov v stavbe, je nutné rozložiť danú stavbu na tzv. zóny (Lightning Protection Zone = LPZ).

Zóny ochrany pred bleskom

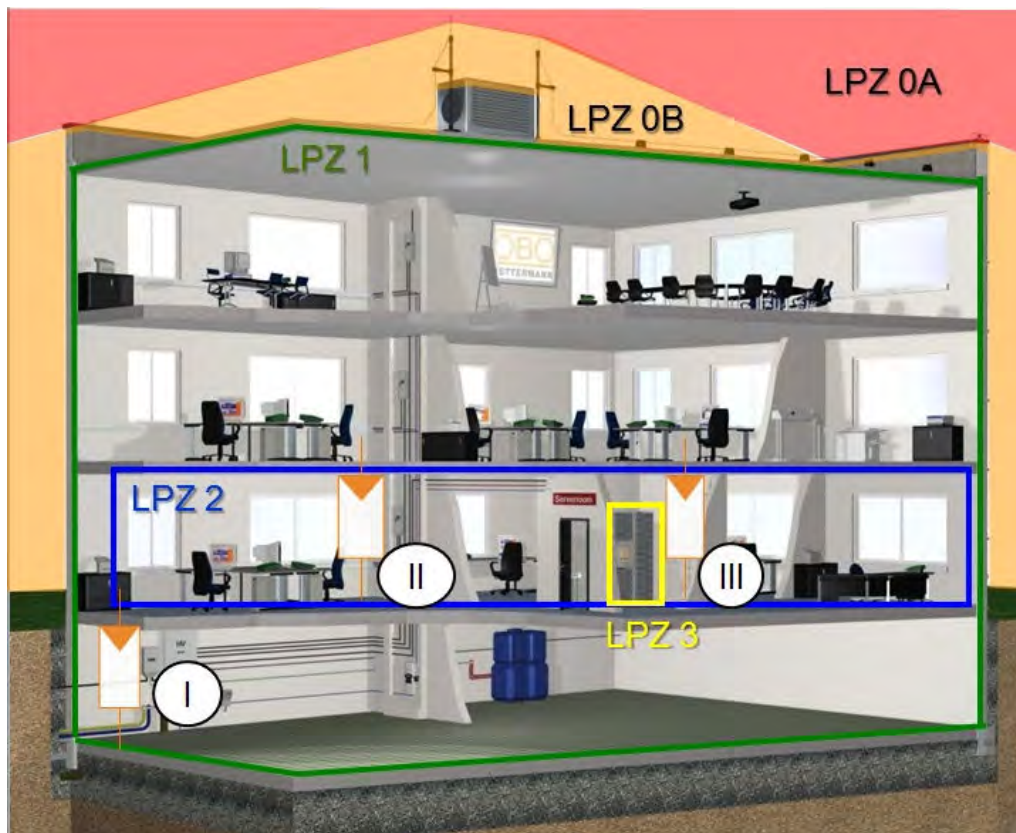
Ak sa na budove nachádza bleskozvod, je nutné počítať s pôsobením sprevádzajúcich javov atmosférického výboja aj vo vnútorných priestoroch. V tejto súvislosti je potrebné si uvedomiť, že energiu prenášanú výbojom, ani pôsobením ním vyvolaného priestorového elektromagnetického poľa, nie je možné v bežnej technickej praxi potlačiť iba v jednom bode, a iba jedným ochranným prvkom.

Rozdelenie sa vytvára vo vnútri uvažovaného objektu, oblasti s rozličnou úrovňou potlačenia elektromagnetických účinkov atmosférického výboja, takže sú jeho nežiaduce účinky znižované postupne. Podľa súčasných predpisov sa tieto oblasti nazývajú zóny ochrany pred bleskom a označujú sa skratkou LPZ.

Na rozhraniach zón ochrany pred bleskom je potrebné zabezpečiť dôsledné vyrovnanie potenciálov v ochrane pred bleskom. Umiestnenie jednotlivých zón ochrany pred bleskom (LPZ) znázorňuje obr. 3 s nasledujúcim významom označených bodov:

- LPZ 0A – oblasť s možnosťou výskytu priamych úderov blesku, a tým pádom aj značných bleskových prúdov. Elektromagnetické pole bleskového výboja je v tomto prípade plne účinné.
- LPZ 0B - oblasť chránená pred priamymi údermi blesku, tvorená ochranným priestorom zachytávacou sústavou. Avšak elektromagnetické pole bleskového výboja je v tomto prípade stále plne účinné.
- LPZ 1 – oblasť s možnosťou výskytu deliacich bleskových prúdov prechádzajúcich napríklad vedením vyrovnania potenciálov. Elektromagnetické pole tlmí tienenie budovy, tvorené armovaním stien, stavebnými konštrukciami, alebo kovovými dielmi fasád.
- LPZ 2 – oblasť, kde deliace bleskové prúdy boli už obmedzené na rozhraniach LPZ 0 a LPZ 1 a zvyšné elektromagnetické pole je tlmené ďalším tienením, tentokrát tienením miestnosti.

LPZ 3 – a ďalšie zóny, zabezpečujúce ďalšie obmedzenie bleskových prúdov a súvisiaceho elektromagnetického poľa vo vnútri objektu alebo v jednotlivých citlivých zariadeniach a prístrojoch.



Obr. 3 rozdelenie stavby na LPZ

V prípade ak na hraniciach zón ochrany pred bleskom nie je možné vyrovnať potenciály galvanickou väzbou, používajú sa zariadenia ochrany pred prepätím. Jednotlivé stupne ochrany je možné charakterizovať takto:

1. stupeň

Rozhranie LPZ 0 a LPZ 1. Pri existencii vnútornej ochrany pred bleskom musí byť na jeho mieste vždy použité zariadenie ochrany pred prepätím triedy I podľa IEC 61643-1, respektíve zvodiče bleskových prúdov triedy B podľa DIN VDE 0675 časť 6, skúšané rázovou vlnou bleskového prúdu 10/350 μ s. Montuje sa väčšinou do prípojkovvej skrine, alebo do hlavného rozvádzača.

2. stupeň

Rozhranie LPZ 1 a LPZ 2. Využíva vlastnosti zariadení ochrany pred prepätím triedy II podľa IEC 61643-1, respektíve zvodičov prepätia triedy C podľa DIN VDE 0675 časť 6, skúšaných vlnou prepätia 8/20 μ s. Montuje sa väčšinou do podružných alebo technologických rozvádzačov.

3. stupeň

Rozhranie LPZ 2 a LPZ 3. Je osadený zariadeniami ochrany pred prepätím triedy III podľa IEC 61643-1, respektíve zvodičmi prepätia triedy D podľa DIN VDE 0675 časť 6, skúšaných s vlnou 8/20 μ s. Inštaluje sa čo najbližšie ku chráneným technologickým celkom.

Zjednodušený výber konkrétnych prepäťových ochrán sa nachádza v tabuľke nižšie.

	Typ stavby	Typ siete	LPL	Prepät'ová ochrana v HR	Prepät'ová ochrana v PR ak je viac ako 10 m od HR	Umiestnenie pred spotrebičom ak je PR ďalej ako 10 m
Stavba <u>bez</u> bleskozvodu Podzemný prívod vedenia do stavby	Rodinný dom	TN / TT	–	V10 Compact (5093380) Typ 2+3	–	USM-A (5092451) USS45-O (6117473) VF230-AC/DC (5097650)
	Bytový dom, Priemysel. stavba, komerčná stavba (vzdialenosť medzi HR a PR >10 m)	TN / TT	–	V20C/3+NPE (5094656) Typ 2	V 20-C/3+NPE (5094656) Typ 2	
	Bytový dom, Priemysel. stavba, komerčná stavba (vzdialenosť medzi HR a PR <1 0 m)	TN / TT	–	V20C/3+NPE (5094656) Typ 2	–	
Stavba <u>s</u> bleskozvodom Stavba s uzemnenou antenou Stavba s vzdušným prívodom vedenia	Rodinný dom, Bytový dom, Kancel. budova, komerčná stavba (vzdialenosť medzi HR a PR >10 m)	TN / TT	III - IV	V50B+C/3+NPE (5094654) Typ 1+2	V 20-C/3+NPE (5094656) Typ 2	
	Rodinný dom, Bytový dom, Kancel. budova, komerčná stavba (vzdialenosť medzi HR a PR <10 m)	TN / TT	III - IV	V50B+C/3+NPE (5094654) Typ 1+2	–	
	Priemyselné stavby, Nemocnice, Dátové centrá, Zhromaždiska ľudí (vzdialenosť medzi HR a PR >5 m)	TN-C / IT	I - II	MC50-B/3 (5096876)	V 20-C/3+NPE (5094656) Typ 2	
		TN-S / TT		MC5B/3+1 (5096878)		
	Priemyselné stavby, Nemocnice, Dátové centrá, Zhromaždiska ľudí (vzdialenosť medzi HR a PR <1 0 m)	TN-C / IT	I - II	MCD 50-B/3 (5096877)	–	
		TN-S / TT		MCD 50-B/3+1 (5096879)		
	Priemyselné stavby, Nemocnice, Dátové centrá, Zhromaždiska ľudí (vzdialenosť medzi HR a PR >10 m)	TN-C / IT	I - II	MCD 50-B/3 (5096877)	V 20-C/3+NPE (5094656) Typ 2	
		TN-S / TT		MCD 50-B/3+1 (5096879)		

Tab. 3 zjednodušený výber SPD

LITERATÚRA:

1. STN EN 62305-1 Ochrana pred bleskom. Časť 1: Všeobecné princípy
2. STN EN 62305-3 Ochrana pred bleskom. Časť 3: Ochrana stavieb a ohrozenie života
3. STN EN 62305-4 Ochrana pred bleskom. Časť 4: Elektrické a elektronické systémy v stavbách
4. STN 34 1390 Elektrotechnické predpisy STN. Predpisy na ochranu pred bleskom.
5. STN 33 2312 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia malého a nízkeho napätia v tuhých horľavých materiáloch a na nich.
6. STN 73 2901 Zhotovovanie vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS).
7. BURANT, J.: *Blesk a přepětí. Systémová řešení ochran*. Praha, FCC Public s.r.o., 2006
8. GILIAN, F. – FUSEK, V.: *Požiarna bezpečnosť stavieb nielen pre elektrotechnikov*. Bratislava, SEZ-KEZ, 2012
9. KOPČA, M. – PACKA, J. – VÁRY, M.: *Bezpečnosť elektrických zariadení*. Bratislava, 2012