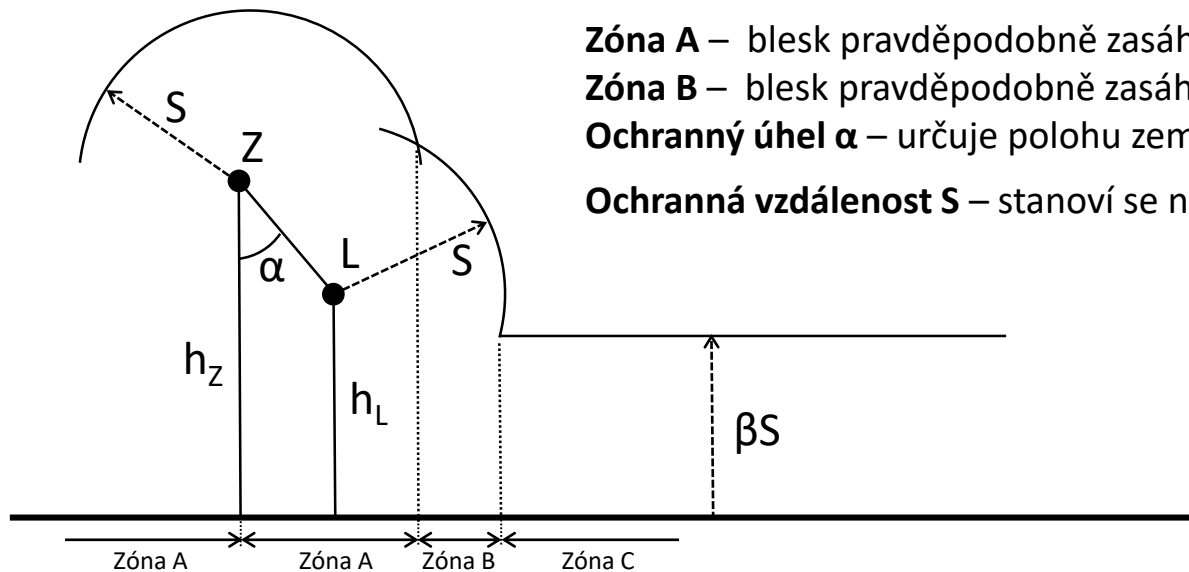


Technika vysokých napětí Ochrany proti přepětí

Ochrana vedení proti přepětí

- Použití zemních lan -> pravděpodobnost zasažení zemních lan je větší než pravděpodobnost zasažení fázových vodičů vedení -> pouze zabránění nejhoršímu případu, ve fázových vodičích se stále může indukovat přepětí
- Návrh umístění zemních lan na vedení vychází z teorie ochranného prostoru



Zóna A – blesk pravděpodobně zasáhne zemní lano

Zóna B – blesk pravděpodobně zasáhne fázový vodič

Ochranný úhel α – určuje polohu zemního lana nad fázovým vodičem

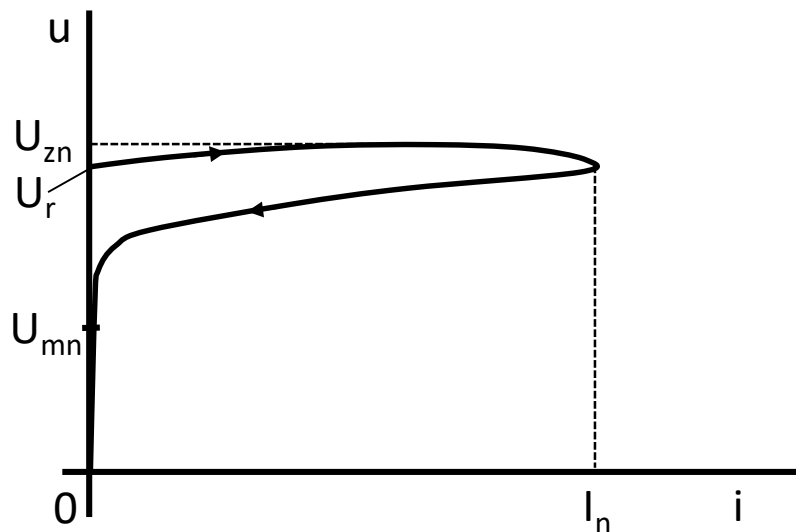
Ochranná vzdálenost S – stanoví se na základě vztahu $S = 10I^{\frac{2}{3}}$ [m; kA]

Svodiče přepětí

- Základní rozdělení
 - Koordinační jiskřiště
 - Vzduchové jiskřiště s přednastavenou doskokovou vzdáleností připojené mezi fázový vodič a zem, při působení dochází k trvalému hoření oblouku -> poruchový stav, musí následovat vypnutí el. ochranou, dochází k opalování elektrod
 - Ventilové bleskojistky
 - Seriové jiskřiště a nelineární sériový odpor (SiC), po odeznění přepětí je omezen proud na několik A
 - Omezovače (bezjiskřišťové)
 - Bezjiskřišťový omezovač přepětí, paralelní válcové bloky keramických nelineárních rezistorů (Metal-oxide resistory), které jsou tvořeny z 90% oxidem zinku ZnO a 10% tvoří různá aditiva (Bi, Sb, Co, Mn)

Ventilové bleskojistky

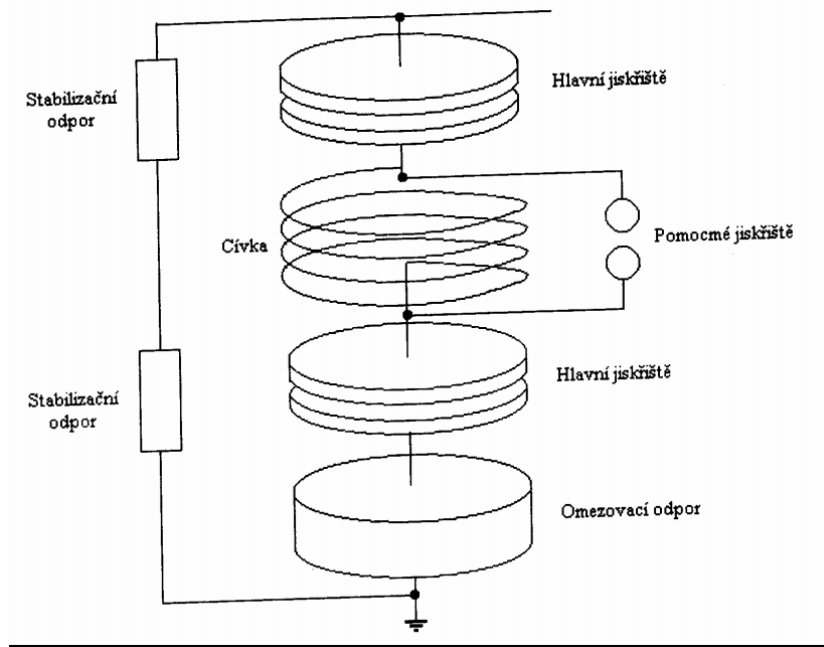
- V-A charakteristika bleskojistky a významné hodnoty



I_n	vrcholová hodnota jmenovitého výbojového proudu
U_{mn}	vrcholová hodnota jmenovitého napětí
U_{zn}	jmenovité zbytkové napětí
U_r	rázové zapalovací napětí

Ventilové bleskojistky

- Konstrukce bleskojistky



- Při příchodu přepětí na svorky bleskojistky dojde k zapálení obou hlavních jiskřišť a průchodu proudu přes cívku a omezovací odpor
- Nárůst proudu vyvolá vznik napětí na cívce, které způsobí zapálení pomocného jiskřiště a vyřazení cívky
- Impedance bleskojistky je v tomto okamžiku dána pouze úbytkem napětí na omezovacím (napětově závislém) odporu
- Po svedení přepětí poklesne impedance cívky, což způsobí zhasnutí oblouku na pomocném jiskřišti a znovuzařazení cívky do obvodu
- Magnetické pole vytvářené cívkou vytlačuje oblouk na hlavních jiskřišťích do zhášecích komor

Ventilové bleskojistky

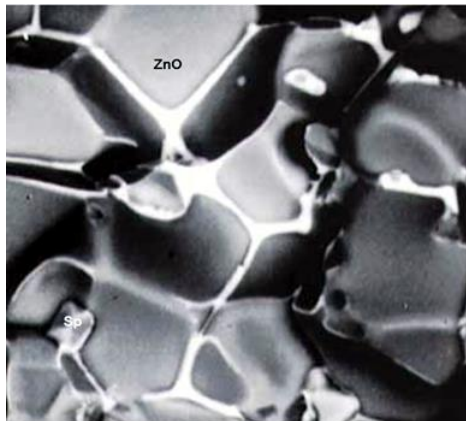
- Základní parametry bleskojistky
 - Jmenovité zapalovací napětí při atmosférickém impulzu ($1,2/50 \mu\text{s}$)
 - Nejnižší vrcholová hodnota impulzu , který vyvolá zapůsobení bleskojistky
 - Zbytkové napětí bleskojistky
 - Úbytek napětí vyvolaný průchodem proudového impulzu $8/20 \mu\text{s}$
 - Jmenovitý výbojový proud bleskojistky
 - Vrcholová hodnota impulzu $8/20 \mu\text{s}$ (1,5 kA, 2,5 kA, 5 kA, 10 kA, 20 kA, 40 kA)
 - Jmenovité napětí ventilové bleskojistky
 - Největší efektivní hodnota napětí síťové frekvence na svorkách, při které bleskojistka nezapůsobí
 - Střídavé zapalovací napětí bleskojistky
 - Efektivní hodnota střídavého napětí, při kterém bleskojistka zapůsobí

Omezovače přepětí

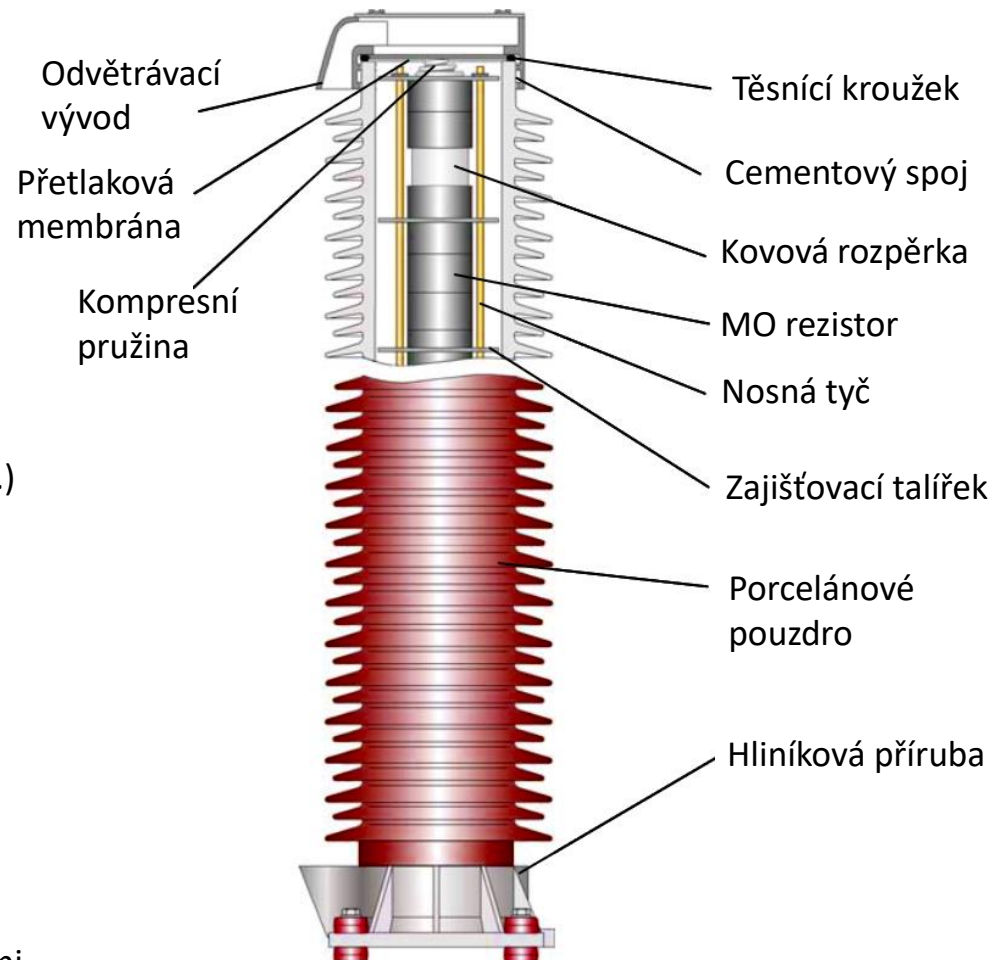
- Konstrukce



Metal-Oxide (MO) rezistory (ABB Switzerland Ltd.)



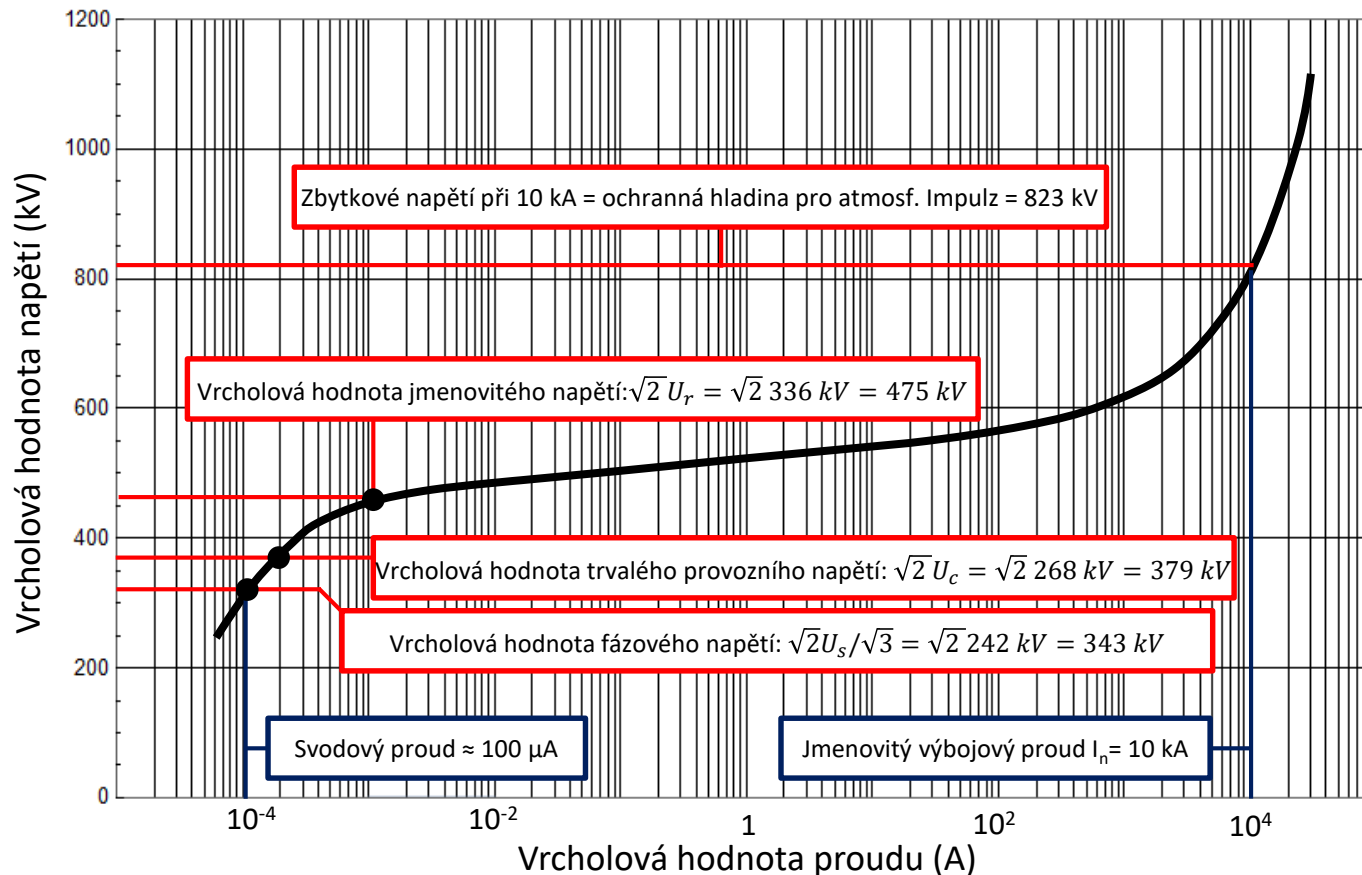
MO struktura s viditelnými zrny a hranicemi mezi nimi
(ABB Switzerland Ltd.)



Zdroj: Volker Hinrichsen, Metal-Oxide Surge Arresters in High-Voltage Power Systems

Omezovače přepětí

- V-A charakteristika omezovače

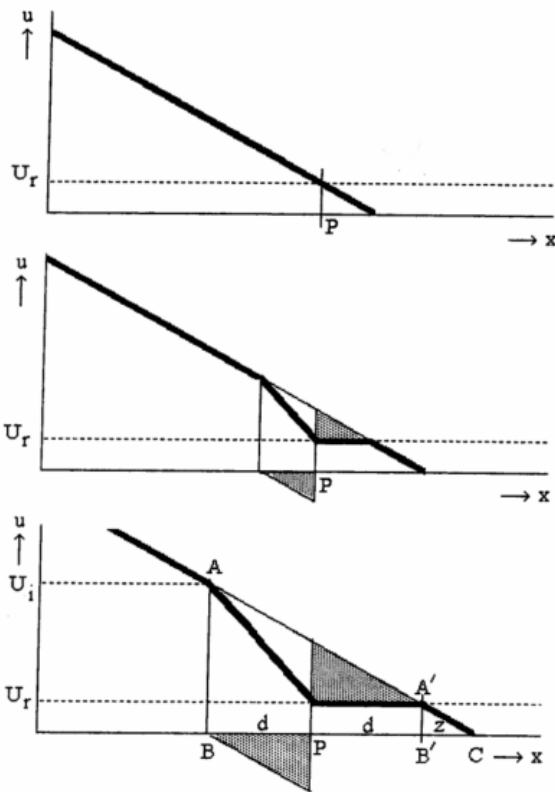


Omezovače přepětí

- Základní parametry omezovače přepětí
 - Trvalé provozní napětí U_c
 - nejvyšší efektivní hodnota napětí síťové frekvence, které se rovná nebo je větší než nejvyšší provozní napětí v místě připojení omezovače
 - Jmenovité napětí U_r
 - nejvyšší efektivní hodnota napětí síťové frekvence v podmínkách dočasného přepětí, určuje se pomocí amplitudy ekvivalentního přepětí U_{eq} s trváním 10 s
$$U_{eq} = U_t \left(\frac{T_t}{10} \right)^m,$$
kde U_t je amplituda dočasného přepětí, T_t je doba trvání přepětí a m je konstanta závislá na konstrukci omezovače (nejčastěji 0,02)
 - Obvykle platí, že
$$\frac{U_c}{U_r} = 0,8$$
 - Jmenovitý výbojový proud
 - vrcholová hodnota atmosférického proudového impulsu, používá se pro klasifikaci omezovače, kdy je každému jmenovitému proudu (8/20 μ s) přiřazen impuls proudu (4/10 μ s), který musí omezovač za stanovených podmínek vydržet, např. : (10 000 A - 100 kA), (5 000 A- 65 kA)

Umístění svodiče přepětí

- Svodič přepětí se vždy umísťuje co nejblíže chráněnému objektu (při odrazu omezené vlny na velké impedanci chráněného objektu může vzniknout až dvojnásobné napětí k zapalovacímu napětí svodiče)
- Svodič chrání objekt za i před svodičem do tzv. ochranné vzdálenosti



- Svodič umístěný v bodě P má zapalovací a zbytkové napětí U_r
- Po příchodu strmé napětové vlny k rozhraní v bodě P dochází k jejímu částečnému prostupu a odrazu
- Vlna prošlá rozhraním je omezena na U_r , odražená vlna má tvar původní vlny ovšem s opačnou polaritou
- Superpozicí přicházející a odražené vlny dochází k tomu, že napětí před svodičem je nižší než by odpovídalo přicházející vlně napětí
- Uvažujeme-li izolační hladinu zařízení U_i , pak můžeme najít pro danou strmost vlny S ochrannou vzdálenost d tj. vzdálenost v níž nevznikne vyšší napětí než U_i

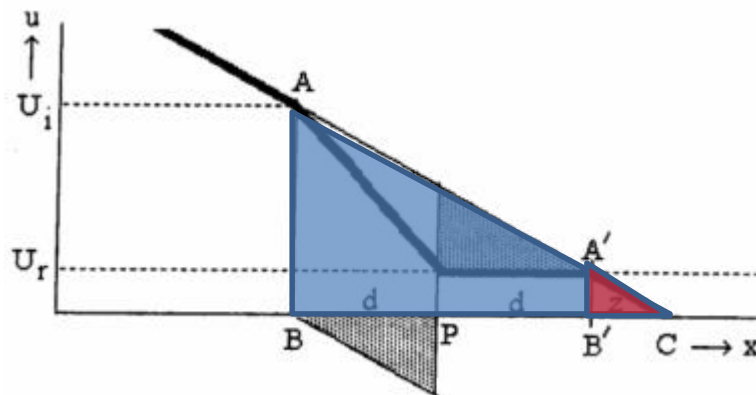
Ochranná vzdálenost svodiče přepětí

- Při stanovení ochranné vzdálenosti svodiče přepětí se vychází z podobnosti trojúhelníků ABC a A'B'C
- Nechť z je vzdálenost, kterou urazí vlna rychlostí v za dobu, za níž po svém příchodu do bodu P dosáhne velikosti U_r , pak $z = \frac{U_r}{S} v$ a z podobnosti trojúhelníků platí:

$$\frac{U_i}{2d + z} = \frac{U_r}{z}$$

- Pak lze ochrannou vzdálenost vyjádřit jako:

$$d = \frac{U_i - U_r}{2S} v$$

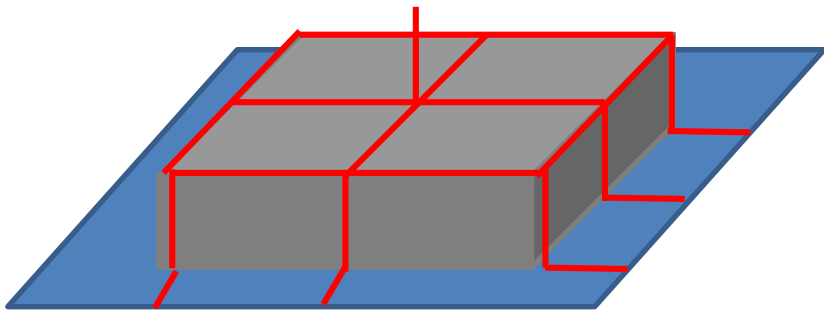


Ochrana elektrických zařízení budov proti přepětí

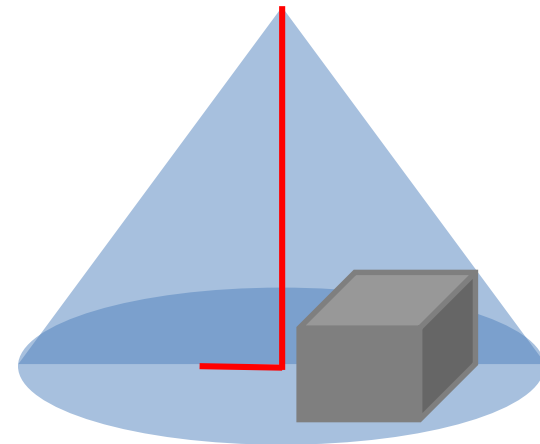
- Dělení ochran před bleskem
 - Vnější ochrana před bleskem
 - Hromosvod, včetně vyvedení dovnitř na ekvipotenciální svorkovnici pro potřeby potenciálového vyrovnání
 - Vnitřní ochrana před bleskem
 - Soubor opatření uvnitř budovy k zabránění nekontrolovaného vzniku přeskoků a průrazů (včetně uvnitř připojených elektrických zařízení)
- Potenciálové vyrovnání
 - Je součástí vnitřní ochrany před bleskem, zahrnuje přímé pospojování neživých kovových částí a připojení živých vodičů přes svodiče přepětí.

Vnější ochrana před bleskem

- Jímací zařízení
 - Mřížová soustava
 - Tyčová soustava
- Svod
 - elektrické propojení mezi jímačem a uzemněním, dimenzované na průchod bleskového proudu, co nejkratší a přímé – malé úbytky napětí
- Zemnění hromosvodu
 - malý úbytek napětí při průchodu bleskového proudu, deskové, tyčové, páskové, základové



Mřížová soustava



Tyčová soustava – oddálený hromosvod

Vnitřní ochrana před bleskem

- Souhrn opatření ke snižování účinků elektromagnetických impulsů způsobených bleskovým proudem uvnitř chráněného objektu:
 - Ochranné vyrovnání potenciálů
 - Použití svodičů přepětí
 - Elektromagnetické stínění
- V sítích nn nelze dosáhnout účinné ochrany jediným opatřením -> kaskádová nebo selektivní ochrana
- Svodiče jsou rozděleny do čtyř tříd A až D

Třída svodiče	Způsob použití
A	Instalace do venkovních vedení
B	Svodiče bleskového proudu, použití pro hlavní vyrovnání potenciálu, rozhraní zón ZBO 0 _A a ZBO 1
C	Svodiče přepětí, ochrana před přepětím v pevně uložených instalacích
D	Svodiče přepětí, ochrana před přepětím v pohyblivých nebo pevně uložených instalacích

Vnitřní ochrana před bleskem

- Výběr třídy svodičů se provádí s ohledem na zóny bleskové ochrany a na zbytkové napětí (vždy pod hodnotami výdržnosti instalace vůči přepětovému impulzu 1,2/50 μ s)
- Koncepce zón bleskové ochrany
 - ZBO 0A – vnější nechráněný prostor
 - ZBO 0B – chráněno jímacím zařízením není možný přímý úder
 - ZBO 1, ZBO 2, ZBO 3 – vnitřní prostory, útlum elmag. pole
- Druhy svodičů
 - Plynem plněné bleskojistky
 - činnost závislá na strmosti napětového impulzu, doba odezvy řádově 100 ns
 - Varistory
 - napětově závislé bipolární prvky (SiC, ZnO), výhodou je minimální následný proud, kratší doba odezvy 20 ns
 - Ochranné diody
 - Speciální typy Zenerových diod, homogennější křemíkový materiál, dražší, TRANSZORB, ZAP, TRANSIL

Vnitřní ochrana před bleskem

- Odstupňování ochrany od HDS (hlavní domovní skříně)

