OCHRANA PRED ATMOSFÉRICKOU ELEKTRINOU
(STN EN 62 305-3)

Jozef Jančovič*

ÚVOD

Od 1.11.2006 a od 1.12.2006 sú v platnosti nové normy rady STN EN 62 305 na ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny. Všetky normy vyšli v anglickom jazyku. Účelom môjho príspevku je priblížiť požiadavky STN EN 62 305-3, ktorú som mal k dispozícii vo forme návrhu normy pred jazykovou korektúrou. Cieľom týchto zmien je zjednotiť prístup k ochrane pred atmosférickou elektrinou v rámci štátov Európskej únie. Je potrebné si uvedomiť, že súbor noriem STN EN 62 305-1 až 5 rieši komplexne ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny a aj ochranu pred prepätiami všeobecne (napr. prechodnými javmi zo strany napájania).

Na úvod by som chcel zadefinovať niektoré nové technické názvy, ktoré citovaná norma STN EN 62 305 - 3 používa.

- systém ochrany pred bleskom (lightning protection system) **LPS**, kompletný systém používaný pre zníženie hmotných škôd spôsobených úderom blesku do stavby

Poznámka: *Skladá sa ako z vonkajšieho tak aj z vnútorného systému ochrany pred bleskom.*

- **vonkajší LPS izolovaný** (oddialený) od chránenej stavby (external LPS isolated from the structure to be protected) LPS, ktorého zachytávacia sústava a zvody sú umiestnené tak, aby dráha bleskového prúdu nebola v dotyku s chránenou stavbou,
- **vonkajší LPS neizolovaný** (neoddialený) od chránenej stavby (external LPS not isolated from the structure to be protected) LPS, ktorého zachytávacia sústava a zvody sú umiestnené tak, že dráha bleskového prúdu môže byť v dotyku s chránenou stavbou,
- **vnútorný systém ochrany pred bleskom** (internal lightning protection system) časť LPS, ktorá sa skladá z ekvipotenciálneho vyrovnania bleskového prúdu, alebo elektrickej izolácie bleskozvodu,
- **konvenčná impedancia uzemnenia** (conventional earth impedance) pomer vrcholových hodnôt napätia a prúdu na uzemňovacej svorke, ktoré všeobecne nenastávajú súčasne,
- **dostatočná vzdialenosť** (separation distance) vzdialenosť medzi dvomi časťami, kde nemôže vzniknúť nebezpečné iskrenie

Podstatné a efektívne ochranné opatrenia stavieb pred hmotnými škodami tvorí systém ochrany pred bleskom (LPS). Je obvykle zložený z dvoch systémov: **vonkajšieho** a **vnútorného** systému ochrany pred bleskom.

Vonkajší LPS je určení k:

- zachyteniu úderu blesku do stavby (zachytávanou sústavou),
- zvedeniu bleskového prúdu bezpečne smerom do zeme (použitím sústavy zvodov),
- rozptýlenie bleskového prúdu v zemi (použitím uzemňovacej sústavy).

Vnútorný LPS zabraňuje nebezpečným iskreniam vo vnútri stavieb použitím ekvipotenciálneho vyrovnania alebo:

- dostatočné vzdialenosti (z dôvodu elektrickej izolácie) medzi vonkajšími súčasťami LPS a inými elektrickými vodivými súčasťami vo vnútri stavby,
- hlavné ochranné opatrenia pred zranením osôb dotykovým a krokovým napätím,

**Ing. Jozef Jančovič, Technická inšpekcia, pracovisko Banská Bystrica*

- zníženie vplyvu prúdu tečúceho telom a izoláciou nechránených vodivých častí alebo zvýšenie rezistivity povrchu pôdy,
- zníženie vzniku nebezpečenstva dotykových a krokových napätí fyzickými zábranami alebo výstražnými upozorneniami.

Typ a umiestnenie LPS by malo byť dôkladne zvažované od úvodného návrhu novej stavby umožňujúce maximálne využitie elektrických vodivých časti stavby. To uľahčí návrh a prevedenie integrovaných inštalácií, ktoré budú zlepšovať estetické hľadiská a účinnosť LPS môže byť zvýšená s minimálnymi nákladmi a úsilím.
Je odporúčané, aby prístup k uzemneniu a vhodné použitie základovej oceľovej konštrukcie pre účely vytvorenia účinného uzemňovacieho systému bol dobre uskutočnený hneď pri konštrukčných prácach na stavbe. Z toho dôvodu musia byť odpor a prírodné vlastnosti pôdy posúdené v najskorších fázach projektu. Táto informácia je základná pre projektovanie uzemňovacej sústavy a môže mať vplyv na projekčné práce na základoch konštrukcie.

Aby bolo dosiahnuté najlepšieho výsledku pri minimálnych nákladoch, sú dôležité pravidelné konzultácie medzi projektantmi a montážnymi firmami LPS, architektmi a stavebnými firmami.

Ak je existujúca stavba vybavená bleskozvodom má byť zabezpečené, aby bleskozvod vyhovoval tejto norme. Pri výbere a umiestení LPS má byť vzatý do úvahy daný stav existujúcich stavieb.
Táto norma platí pre:

a) projektovanie, inštaláciu, odborné prehliadky a skúšky a údržbu LPS pre stavby bez obmedzenia s ohľadom na ich výšku;

b) dosiahnutie ochranných opatrení pred zranením živých bytostí dotykovými a krokovými napätiami;

Táto časť normy neobsahuje ochranu pred výpadkom elektrických a elektronických systémov spôsobených prepätím. Špecifikované požiadavky pre takéto prípady sú obsiahnuté **STN EN 62 305-4.**

Triedy LPS

Parametre LPS (systému ochrany pred bleskom) sú stanovené na základe charakteristických vlastností chránenej stavby a s ohľadom k hladine ochrany stavby pred bleskom LPL. Štyri triedy LPS (I až IV) sú stanovené v tejto norme a korešpondujú s hladinami ochrany pred bleskom a sú definované v časti 62305-1

LPL	Trieda LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Každá trieda LPS je charakterizovaná:

a) údaje závislé na triede LPS:

- parametre blesku,
- polomerom valivej gule, veľkosťou oka a ochranným uhlom,
- obvyklými vzdialenosťami medzi zvodmi a medzi obvodovými vodičmi,
- dostatočnou vzdialenosťou k zabráneniu nebezpečného iskrenia,
- minimálnou dĺžkou uzemňovača.

b) údaje závislé na triede ochrany LPS:

- ekvipotenciálne pospájanie proti blesku (vyrovnanie potenciálov),
- minimálna hrúbka kovových atík alebo kovového potubia v zachytávacej sústave,
- materiály LPS a podmienky použitia,
- materiál, tvary a minimálne rozmery zachytávacej sústavy, zvodov a uzemňovacej sústavy,
- minimálne rozmery vodičov pospájania (vyrovnania potenciálov).

Prevedenia každej triedy LPS sú uvedené v prílohe B normy 62305-2.
Požadovaná trieda LPS musí byť vybraná na základe riadeného rizika 62305-2.

Návrh LPS

Technicky a ekonomický optimalizovaný návrh LPS je možný iba vtedy, ak sú v súlade jednotlivé kroky v priebehu projektovania a montáže LPS zhodné s postupmi projektovania a realizácie stavby. Už pri projektovaní stavby by sa malo posúdiť, či je možné využit kovových konštrukciií stavby ako sučastí LPS. Návrh spôsobu a rozmiestnenia LPS na existujúcich stavbách musí zohľadniť obmedzenia vyplývajuce z existujúcej situácie. Projekčné podklady LPS musia obsahovať všetky dôležité infomácie, aby bolo zabezpečené správne a úplné prevedenia inštalácie.

LPS pozostáva s týchto súčastí:

Zachytávacia sústava

Pravdepodobnosť, že bleskový prúd vnikne do stavby, sa podstatne zníži, ak sa riadne navrhne zachytávacia sústava. Zachytávacia sústava môže byť tvorená kombináciou nasledujúcich častí:

- zachytávacie tyče (vrátane samostatne stojacích stožiarov)
- zavesené laná
- mrežové vodiče

Jednotlivé tyče zachytávacej sústavy majú byť na streche spolu vzájomne spojené tak, aby došlo k bezpečnému rozdeleniu bleskového prúdu. Rádioaktívne zachytávače nie sú prípustné.

Umiestnenie

Súčasti zachytávacej sústavy inštalovanej na streche musia byť umiestnené na rôznych exponovaných miestach a hranách (predovšetkým na horných častiach fasád) podľa jednej alebo viacerých následných metód.
Prípustné metódy pre stanovenie umiestnenia zachytávacej sústavy sú:

- metóda ochranného uhlu
- metóda valivej gule
- metóda mrežovej sústavy

Metóda valivej sa gule je vhodná pre všetky prípady. Metóda ochranného uhlu je vhodná pre jednoduché tvary budov ale je ohraničená výškou, ktorá je uvedena v tabuľke 2. Metóda mrežovej sústavy je vhodná pre ochranu rovinných plôch.

Zachytávacia sústava pred bočnými údermi do vysokých budov:

Pri budovách vyšších ako 60 m môžu blesky udrieť aj do boku budovy obzvlášť do hrotu, hrán a rohu vonkajších plôch. Všeobecne je riziko z dôvodu týchto zásahov nízke, iba niekoľko percent všetkých zásahov do vysokých konštrukcií je do bočnej strany a naviac ich parametre sú významne nižšie než tie zásahy do vrchu konštrukcií. Avšak, elektrické a elektronické zariadenie na stenách z vonkajšej strany objektov môžu byť zničené aj zásahmi blesku s nízkymi vrcholovými hodnotami prúdu.

Zachytávacia sústava musí byť inštalovaná pre ochranu hornej časti vysokých objektov (t.j. obyčajne najvyšších 20% výšky stavby) a zariadení inštalovaných na nej. Pravidlá pre návrh zachytávacej sústavy na strechách musia platiť aj pre zachytávacie sústavy na horných častiach objektu. Všetky nebezpečné časti budov nad 120 m majú byť chránené.

Inštalácie

Vyhotovenie zachytávacej sústavy u stavby s neizolovaným (neoddialeným) vonkajším LPS môže byť realizované nasledujúcimi spôsobmi:
Pokiaľ strecha je z nehorľavého materiálu, môže byť zachytávacia sústava položená na streche stavby. Ak je strecha z ľahko horľavého materiálu, musia byť dodržaná vzdialenosť medzi zachytávacou sústavou a materiálom strechy.

Na doskových strechách, kde nie sú oceľové drážky pre uchytenie, je dostačujúca vzdialenosť 0,15 m. U iných horľavých materiálov bude dostačujúca vzdialenosť 0,1 m. Ľahko horľavé súčasti objektu nesmú byť v priamom kontakte s časťami bleskozvodu a nesmú sa nachádzať priamo pod krytinou, ktorá môže byť pri údere blesku prepálená. Toto musí byť dodržané aj pri menej horľavých materiáloch, ako sú napr. drevené dosky. Ak môže na ploche strechy dôjsť k zhromažďovaniu vody, má sa zachytávacia sústava umiestniť nad najvyššiu možnú úroveň hladiny vody.

Náhodné súčasti

Za náhodné zachytávače a súčasti LPS majú byť považované podľa tieto súčasti stavby:

- kovové oplechovanie chráneného objektu, pokiaľ:
  bude zaistené trvalé elektrické pripojenie medzi jednotlivými dielmi (napr. spájkovaním na tvrdo, zváraním, lisovaním, falcovaním, šroubovaním alebo nitovaním);
- hrúbka plechu nie je menšia ako hodnota t uvedená tabuľke a ak nie je potrebné brať do úvahy prepálenie plechu v dôsledku zásahu blesku do tohto bodu alebo zapálenie ľahko horľavého materiálu pod obložením;
- hrúbka plechu nie je menšia ako hodnota T uvedená tabuľke a ak je nutné zabezpečenie pred prepálením alebo nedovoleným zahriatím v bode zásahu;
- nie sú potiahnuté izolačnou hmotou;

Minimálna hrúbka kovových atík alebo kovových potrubí zachytávanej sústavy

Trieda LPS	Materiál	Hrúbka* ***t*** mm	Hrúbka ** ***T*** mm
I až IV	Olovo	–	2,0
	Oceľ (pozinkovaná)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Meď	5	0,5
	Hliník	7	0,65
	Zinok	–	0,7
* ***t*** zabraní popáleniu, prežeraveniu alebo zapáleniu ** ***T*** len pre kovovú atiku, ak nie je nutné zabrániť prepáleniu, prežeraveniu alebo zapáleniu			

Ak nebudú splnené podmienky pre hrúbku, musia byť potrubia a nádrže zahrnuté v rámci chráneného objektu.
Potrubia s ľahko horľavým alebo výbušným obsahom nie je dovolené považovať za náhodné zachytávacie zariadenie, ak nie je tesnenie prírub kovové alebo nie sú príruby inak vodivo spojené.
Poznámka.- tenkú vrstvu ochrannej farby alebo 1 mm bitumenu alebo 0,5 mm PVC nie je možno považovať za izoláciu.

Sústava zvodov

Aby sa znížila pravdepodobnosť škôd spôsobených bleskom, ktorý potečie LPS, je nutné zvody umiestniť tak, aby spájali miesto zásahu so zemou:

- viacerými paralelnými cestami,
- dĺžka trasy bleskového prúdu bola čo možno najkratšia,
- vyrovnanie potenciálov medzi vodivými súčasťami stavby bolo vykonané podľa tejto normy

Inštalácia maximálneho počtu zvodov pravidelne rozmiestnenie zvodov po obvode a spojenie s obvodovými vodičmi, znižuje pravdepodobnosť nebezpečných iskrení a uľahčuje ochranu vnútorných zariadení. Tieto podmienky sú splnené napríklad pri stavbách s kovovým skeletom a so železobetónom, ktorých oceľ je spolu vzájomne elektricky vodivo spojená.

Umiestnenie izolovaného (oddialeného) LPS

a) Ak je zachytávacia sústava tvorená zo zachytávacích tyčí na oddialene stojacich stožiaroch (alebo jednom stožiari), ktoré (ktorý) nie sú (nie je) z kovu alebo vzájomne spojeného armovania, je potrebný minimálne jeden zvod pre každý stožiar. Kovové stožiare alebo stožiare so vzájomne spojeného armovania nepotrebujú žiadne dodatočné zvody.

b) Ak je zachytávacia sústava tvorená z jedného alebo viacerých napnutých drôtov alebo lán, je nutné pre každú konštrukciu inštalovať jeden zvod.

c) Ak je zachytávacia sústava z vodivej mrežovej sústavy, je nutný minimálne jeden zvod na každú konštrukciu k uchyteniu drôtu alebo lana.

Umiestnenie neizolovaného (neoddialeného) LPS

Pre každý neizolovaný (neoddialený) LPS musia byť použité v každom prípade **minimálne dva zvody**. Majú byť rozmiestnené po obvode chráneného objektu s ohľadom na architektonické a praktické požiadavky chránenej budovy.

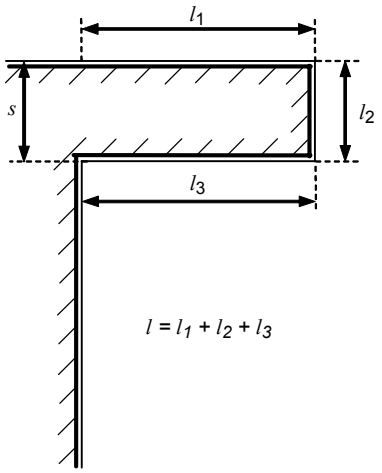
Trieda LPS	Obvyklé vzdialenosti [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Zvody majú byť rozmiestnené pravidelne po obvode. Typické hodnoty vzdialeností medzi zvodmi a medzi obvodovými vodičmi podľa triedy LPS sú uvedené v tabuľke. Ak je možné, jeden zvod má byť umiestnený na každý nechránený roh budovy.

Inštalácia

Ak je možné, zvody musia byť rozmiestnené tak, aby bolo vytvorené priame pokračovanie zachytávacej sústavy.
Zvody musia byť inštalované priamo a zvisle, aby bolo vytvorené čo najkratšie priame spojenie so zemou. Musí byť zabránené vytvoreniu inštalačných sľučiek (slepé konce). Ak nie je možné tomu zabrániť, musí byť dodržaná dostatočná vzdialenosť s, meraná medzi dvomi bodmi zvodu, ktoré sa k sebe vzájomne priblížia, a dĺžka l medzi týmito bodmi.

Zvody nesmú byť uložené v odkvapoch a na odkvapových rúrach, aj v prípade ak sú obalené izoláciou. Vlhkosť v odkvapoch vedie k silnej korózii zvodov. Je doporučené umiestnenie zvodov tak, aby bola dodržaná dostatočná vzdialenosť od všetkých dverí a okien.



Obr. 1 Slučka zvodu

Zvody neoddialeného LPS chráneného objektu môžu byť inštalované:

- ak je stena z ľahko horľavého materiálu, nesmú sa zvody umiestňovať na alebo do steny;
- ak je stena z ľahko horľavého materiálu , môžu sa zvody umiestňovať na stene, ak zvýšenie teploty spôsobené prechodom bleskového prúdu nie je nebezpečné s ohľadom na materiál steny;
- ak je stena z ľahko horľavého materiálu a zvýšenie teploty zvodov je nebezpečné, musia byť zvody umiestnene tak, aby vzdialenosť medzi zvodmi a stenou bola väčšia ako 0,1 m, Súčasti pre uchytenie sa môžu dotýkať steny.

Ak nie je možné zaistiť dodržanie vzdialenosti medzi zvodom a horľavým materiálom, má byť prierez zvodov minimálne 100mm^2.

Náhodné súčasti

Nasledujúce časti stavby majú byť považované ako náhodné zvody:
kovové inštalácie ak budú prevedené:

a) elektricky vodivé spojenie medzi rôznymi časťami ich rozmery zodpovedajú minimálne uvedeným hodnotám uvedených normovaných zvodov.

Potrubie z horľavým alebo výbušným obsahom nie je dovolene použiť ako náhodné zvody, ak nie je tesnenie prírub kovové alebo nie sú príruby inak vodivo spojené.

b) kovový alebo elektricky spojený železobetónový skelet stavby;

c) vzájomne spojené armované stavby;

d) súčasti fasády, profilové listy a kovové spodne konštrukcie fasády za predpokladu, že:
- ich rozmery zodpovedajú požiadavkám kladeným na zvody, a že oplechovanie alebo kovové potrubia musia mať hrúbku minimálne 0,5 mm,
- ich elektrické spojenie v zvislom smere vyhovuje požiadavkám tejto normy.

Skúšobná svorka

Miesto umiestnenia skúšobnej svorky má byť na každom pripojení zvodu k uzemňovacej sústave, okrem náhodných zvodov, ktoré sú spojené so základovým uzemňovačom. Skúšobná krabica musí byť otvorená pomocou naradia, inak musí byť uzavretá.

Uzemňovacia sústava

Dôležitými kritériami uzemnenia sú jeho tvary a rozmery tak, aby došlo k rozdeleniu bleskového prúdu do zeme (vysokofrekvenčné chovanie) boli zmenšené nebezpečné prepätia. Všeobecne je však doporučený zemný odpor nižší než **10 Ω** (meraný pri nízkej frekvencii). Z hľadiska ochrany pred bleskom je nutné uprednostniť jediné integrované uzemnenie objektu, ktoré je vhodne pre všetky účely (napr. ochrana pred bleskom, sieť nn, telekomunikačná sieť). Uzemnenie musí byť spojené s vyrovnaním potenciálu. Závažné problémy s koróziou môžu vznikať pri vzájomnom prepojení uzemnení rôznych materiálov.

Určenie uzemňovačov na základe všeobecných podmienok
Sú rozlišované dva základne typy zemničov

a) *usporiadanie typu A*

Toto usporiadanie sa skladá z vodorovného alebo zvislého zemniča, ktorý je spojený s každým zvodom. Pri usporiadaní typu A musí byť minimálny počet zemničov dva. Zníženie zemného odporu je prakticky možné predĺžením uzemňovača až na 60 m.

b) usporiadanie typu B

Toto usporiadanie pozostáva buď z obvodového uzemňovača okolo objektu, ktorý je uložený minimálne 80% svojej celkovej dĺžky v zemine, alebo zo základového uzemňovača. Takýto uzemňovač môže byť tiež zosieťovaný.

Inštalácie uzemňovačov

Vonkajší obvodový uzemňovač **(usporiadanie typu B)** má byť prednostne uložený v hĺbke minimálne 0,5 m v zemi a vo vzdialenosti cca. 1 m od vonkajšej steny objektu.
Uzemňovače **(usporiadanie typu A)** musia byť uložené v zemi minimálne 0,5 m pod povrchom mimo chráneného objektu a ak je možné čo najrovnomernejšie rozdelené, aby sa znížili v zemi väzobné efekty.
Uzemňovač musí byť, uložený tak, aby bolo možné vykonať kontrolu v priebehu montáže.

Hĺbka uloženia a typ uzemňovača musí byť zvolený tak, aby boli zmenšené vplyvy korózie, vlhkosti a mrazu pôdy a zemný odpor uzemňovača zostal stály. Pri mraze môže byť horná časť zvislého uzemňovača v závislosti na hĺbke prízemného mrazu neúčinná.

Poznámka: *Z toho to dôvodu by mala byť pričítaná hodnota 0,5 m ku každej dĺžke l zvislého uzemňovača.*

Uzemňovač typu B je doporučený pre skalnaté podložia a pre objekty s väčším množstvom elektronických zariadení alebo s vyšším nebezpečím požiaru.

Náhodné uzemňovače

Prednostne má byť ako uzemňovač použité vzájomne spojené oceľové armovanie v základovom betóne alebo inej vhodnej časti z kovu. Ak bude použité rámovanie v betóne ako uzemňovač, musí byť obzvlášť spoľahlivo vykonané spojenie oceľových prútov, aby sa zabránilo mechanickému poškodeniu betónu.

Poznámka 1: *Pri použití prepätých betónov majú byť brané do úvahy účinky vznikajúce prechodom bleskových prúdov, ktoré môžu spôsobiť nedovolené mechanické namáhanie.*

Poznámka 2: *Hodnota zemného odporu sa môže pri základovom uzemňovači v dlhšom časovom horizonte zvýšiť.*

Súčasti

Súčasti LPS musia odolávať elektromagnetickým účinkom bleskového prúdu a predpokladaným náhodným namáhaniam bez škôd. Súčasti LPS musia byť vyhotovené z materiálov uvedených v norme alebo iných materiálov s rovnakými mechanickými, elektrickými a chemickými (korózia) vlastnosťami.

Poznámka: *Na uchytenie majú byť použité iné kovové súčasti.*

ZÁVER

Vzhľadom k veľkému rozsahu normy nie je možné uviesť všetky jej požiadavky. Preto som uviedol len tie najzákladnejšie, ale už aj z nich je zrejmé že prístup k návrhu a realizácia sústavy na ochranu pred bleskom je diametrálne odlišný od pôvodnej normy STN 34 1390. Súčasný legislatívny stav je taký že norma STN 34 1390 zostáva aj naďalej v platnosti a zároveň platia aj nové normy.