

Ochrana pred účinkami blesku pomocou aktívneho bleskozvodu podľa NF C 17-102

¹Radoslav SEDLÁK, ²Ing. Stanislav ILENIN, PhD.

¹ Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická
Univerzita v Košiciach, Slovenská republika

¹radoslav.sedlak@student.tuke.sk, ²stanislav.ilenin@tuke.sk

Abstract — Tento článok sa zameriava na problematiku ochrany pred bleskom pomocou aktívneho bleskozvodu. Prevažná časť tohto článku je sústredná na využitie francúzskej normy NF C 17-102, v ktorej sa nachádzajú opatrenia na ochranu stavieb a priestranstiev pred účinkami blesku prostredníctvom aktívneho bleskozvodu. Článok je rozdelený na časti v ktorých sa rozoberá problematika bleskozvodov, noriem zaoberajúcich sa bleskozvodmi a návrhu aktívneho bleskozvodu stavebného objektu.

Kľúčové slová — bleskozvod, aktívny bleskozvod, blesk, atmosférický výboj, ochrana pred bleskom,

I. ÚVOD

V súčasnosti neexistujú technológie a zariadenia, ktoré by dokázali meniť prírodné javy, a tým predchádzať vzniku blesku. Blesky udierajúce v blízkosti stavieb, či už stavieb samotných, môžu spôsobiť ich poškodenie, ale aj poškodenie elektrických inštalácií a elektronických zariadení. Čo je však dôležitejšie, takýto úder blesku môže spôsobiť aj stratu na ľudskom živote. Z týchto dôvod je potrebné chrániť budovy pred účinkami blesku. Vonkajšiu ochranu je možné zabezpečiť bleskozvodom. V dnešnej dobe sa do popredia dostávajú aktívne bleskozvody, ktoré by mali byť účinnejšie ako klasické.

II. TEORETICKÝ ROZBOR

Bleskozvod je zariadenie, o ktorom sa zvykne hovoriť, že je schopné vybíjať oblaky počas búrky. Je to však nezmysel, ktorý odporuje fyzikálnym princípom. Bleskozvod pozostáva z častí, ktoré spolupracujú tak, aby blesk mohol byť bezpečne zachytený a zvedený do zeme. Existujú dve vyhotovenia bleskozvodov, a to izolovaný a neizolovaný. Taktiež rozoznávame bleskozvody pasívne a aktívne.

Podľa výrobcov aktívnych bleskozvodov, by mal vzostupný výboj z takéhoto bleskozvodu začať skôr a mal by mať väčšiu dĺžku ako u pasívneho bleskozvodu. Aktívne bleskozvody môžu pracovať na viacerých princípoch, no najpoužívanejšími sú bleskozvody s elektronickým spúšťaním. Ich elektronické zariadenie emituje tesne pred úderom blesku signál o určitej amplitúde a frekvencii, čím sa vytvára ionizačný kanál. Ionizácia emituje vzostupný výboj smerom k zostupujúcemu výboju, čím sa blesk zvädza do zeme s určitým predstihom. Takýto bleskozvod je napájaný z okolitého elektrického poľa [1].

A. Normy zaoberajúce sa bleskozvodmi

Pri návrhu bleskozvodov je potrebné sa riadiť normami, v ktorých sú opísané postupy zriadenia ochrany pred bleskom a prepätím. Pri návrhu pasívnych bleskozvodov je potrebné postupovať podľa súboru noriem STN 62305, ktorý pozostáva zo štyroch častí:

- STN 62305-1: Všeobecné princípy
- STN 62305-2: Manažérstvo rizika
- STN 62305-3: Hmotné škody na stavbách a ohrozenie života
- STN 62305-4: Elektrické a elektronické systémy v stavbách

Čo sa týka aktívnych bleskozvodov, tak tieto zariadenia sa navrhovali a montovali podľa normy STN 34 1398: 2014 no v marci 2017, bola táto norma bez náhrady zrušená. Dôvodom zrušenia tejto normy je to, že obsahovala niekoľko nedostatkov a jej používanie predstavovalo

určité bezpečnostné riziká. V súčasnosti na Slovensku neexistuje norma, ktorá by riešila problematiku aktívnych bleskozvodov. Podľa niektorých podporovateľov a výrobcov aktívnych bleskozvodov je možné projektovať aktívne bleskozvody podľa normy NF C17-102:2011, ktorá taktiež obsahuje nedostatky a jej používanie predstavuje určité riziká [2].

III. NÁVRH AKTÍVNEHO BLESKOZVODU PODĽA NORMY NF C 17-102

V norme sa nachádzajú ustanovenia na zabezpečenie ochrany pred bleskom pomocou bleskozvodu s včasnou inicializáciou výboja (technológia ESE). Inštalácia bleskozvodu podľa tejto normy nezaručuje sto percentnú ochranu pred bleskom, ale znižuje riziko úderu blesku do objektu. Návrh umiestnenia bleskozvodu, zvodov a typu uzemnenia sa vykoná v závislosti od požadovanej úrovne ochrany pred blesku [3].

Pred inštaláciou aktívneho bleskozvodu sa musí uskutočniť posúdenie rizika s cieľom určiť minimálnu úroveň ochrany pred blesku.

A. Vyhodnocovanie potreby ochrany

Pri posúdení potreby ochrany pre stavbu musia byť zohľadnené riziká R_1 , R_2 a R_3 . Pre každé riziko, sa musia podniknúť tieto kroky: identifikácia zložiek, z ktorých riziko pozostáva, výpočet identifikovaných zložiek R_X , výpočet celkového rizika R , identifikácia tolerovateľného rizika R_T , porovnanie rizika R s tolerovateľným rizikom R_T .

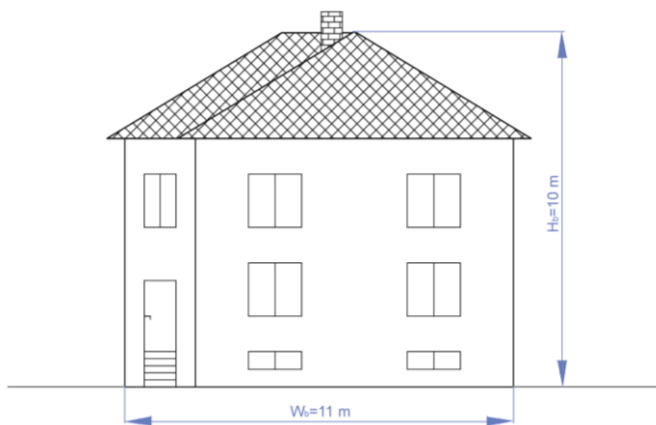
- Ak platí: $R \leq R_T$ ochrana proti blesku nie je nutná.
- Ak platí: $R > R_T$ potom sa musia uskutočniť opatrenia pre zníženie R .

Okrem nutnosti ochrany stavby alebo vedenia môže byť užitočné stanoviť ekonomický prínos inštalovaných ochranných opatrení za účelom zníženia ekonomickej straty L_4 . Posúdenie zložiek rizika R_4 pre stavbu umožňuje užívateľovi, aby vyhodnotil náklady ekonomickej straty s ochrannými opatreniami a bez nich.

Projektant na základe každej zložky rizika z celkového rizika R a podľa technických a ekonomických hľadísk, musí vykonať najvhodnejšiu voľbu ochranných opatrení. Pre každý typ straty existuje viacero ochranných opatrení, ktoré vytvárajú podmienku $R \leq R_T$. Projektant musí určiť najkritickejšie zložky rizika a následne ich redukovať [4].

B. Návrh aktívneho bleskozvodu stavebného objektu

V našom prípade bol návrh aktívneho bleskozvodu realizovaný na dvojpodlažnom rodinnom dome, nachádzajúcom sa v Prešovskom okrese. Na začiatku je potrebné určiť charakteristiky objektu, a to aká je poloha stavby a v akom prostredí sa daná stavba nachádza. V tomto prípade bolo určené dedinské prostredie a poloha stavby bola vybraná ako osamotený objekt na kopci.



Obr. 1 Uvažovaný objekt

Pred analýzou rizika je potrebné určiť hustotu zásahov bleskov N_g , ktorú vypočítame pomocou vzťahu $N_g = 0,1 \times T_d$, kde T_d je počet búrkových dní za rok zistených z izokeraunickej mapy. Pre našu stavbu bola zvolená hodnota pre Prešov a okolie $T_d = 28$.

Ďalším krokom pri návrhu je určenie charakteristík vedení, ktoré sú pripojené k danému objektu. V dôsledku toho, sa na tomto objekte zisťovali charakteristiky nn vedenia a vnútorných silnoprúdových rozvodov a taktiež telefónneho vedenia a vnútorných telefónnych rozvodov.

Pre určenie každej zložky rizika sa môže stavba rozdeliť do zón. Zóny sú určené druhom zeminy alebo podlahy požiarňými úsekmi a priestorovým tienením. Pri našom objekte boli určené dve zóny Z_1 a Z_2 pričom zóna Z_1 bola definovaná ako externá zóna a zóna Z_2 ako interná.

Vonkajšiu zónu Z_1 môžeme zanedbať za predpokladu, že v čase búrky sa ľudia v okolí budovy nevyskytujú. A tak, sa riziko R_1 vyhodnotí len pre zónu Z_2 .

Pre typy objektov ako je náš dom sú podstatné straty na ľudských životoch L_1 , preto je nevyhnutné vyhodnotenie potreby ochrany, to znamená určenie rizika R_1 so zložkami rizika (R_A , R_B , R_U a R_V). Následne sa toto riziko porovnáva s tolerovateľnou hodnotou $R_T = 10^{-5}$, ak bude potrebné zmenšenie hodnoty rizika R_1 , vyberú sa adekvátne ochranné opatrenia. Pre určenie tohto rizika R_1 je potrebné vypočítať zberné oblasti, počty nebezpečných udalostí a taktiež určiť pravdepodobnosti a straty.

V prípade zberných oblastí je potrebné vypočítať zbernú oblasť úderov blesku do stavby. Tu je nutné vedieť, či je daná stavba jednoduchá alebo so zložitým tvarom. V našom prípade sa jednalo o jednoduchú pravouhlú stavbu a na výpočet jej zbernej oblasti sme použili nasledujúci vzťah.

$$A_d = L_b \times W_b + 6 \times H_b \times (L_b + W_b) + 9 \times \pi \times (H_b)^2$$

L_b – dĺžka objektu, W_b – šírka objektu, H_b – výška objektu

Následne je potrebné vypočítať zberné oblasti úderov bleskov pre vedenia pripojené k stavbe. V tomto prípade musíme vedieť to, či sa nachádza v okolí aj iná stavba napojená na koniec vedenia. Pri našom objekte sa nevyskytovala žiadna susedná stavba a pre obe vedenia pripojené k stavbe (vzdušné silnoprúdové aj vzdušné telefónne vedenie) sme použili rovnaký vzťah.

$$A_{l(s)} = (L_c - 3 \times (H_a + H_b)) \times 6 \times H_c$$

$$A_{l(T)} = (L_c - 3 \times (H_a + H_b)) \times 6 \times H_c$$

L_c – dĺžka vedenia stavby po prvý distribučný uzol, H_c – výška vodičov nad zemou,

$H_a=0$, $N_{Da}=0$, pretože neexistuje susedná stavba pripojená na konci vedenia „a“

Ďalším potrebným krokom je určení počtu nebezpečných udalostí za rok, ktoré sa určujú pre stavbu a vedenia pripojené k stavbe.

Počet nebezpečných udalostí za rok dôsledkom úderov blesku do stavby:

$$N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

Počet nebezpečných udalostí za rok dôsledkom úderov blesku do silnoprúdového vedenia:

$$N_{L(s)} = N_g \times A_{l(s)} \times C_d \times C_t \times 10^{-6}$$

Počet nebezpečných udalostí za rok dôsledkom úderov blesku do telekomunikačného vedenia:

$$N_{L(T)} = N_g \times A_{l(T)} \times C_d \times 10^{-6}$$

C_d – činiteľ polohy stavby/vedenia, C_t – koeficient transformátora, hodnoty týchto koeficientov sa určujú podľa normy.

Pre ďalší výpočet je potrebné určiť hodnoty pravdepodobnosti a straty. V oboch prípadoch je možné voliť hodnoty priamo z normy. Pri našej stavbe boli zvolené nasledujúce hodnoty pravdepodobnosti $P_B = 1$ a $P_U = 1$ a $P_V = 1$. Pri výpočte straty spôsobenej úrazom živých bytostí (L_U) a straty spôsobenej hmotnou škodou (L_B , L_V), sme volili priemerné hodnoty (L_t , L_f) z tabuľky uvedenej v norme.

Po vypočítaní všetkých týchto potrebných hodnôt môžeme prejsť k samotnému výpočtu rizika R_1 a jeho zložiek.

Zložku rizika R_A súvisiacu s poraneniami osôb alebo zvierat pri údere blesku do stavby, môžeme podľa normy NF C 17-102 zanedbať [4].

Pre zložku rizika R_B súvisiacu s hmotnými škodami pri údere blesku do stavby platí:

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

Pre zložku R_U súvisiacu s poraneniami osôb alebo zvierat pri údere blesku do silnoprúdového vedenia alebo do telekomunikačného vedenia pripojeného k stavbe platí:

$$R_{U(SIL)} = (N_{L(S)} + N_{Da}) \times P_U \times L_U$$

$$R_{U(TEL)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \times P_U \times L_U$$

$$R_U = R_{U(SIL)} + R_{U(TEL)}$$

Pre zložku RV súvisiacu s hmotnými škodami pri údere blesku do silnoprúdového vedenia alebo do telekomunikačného vedenia pripojeného k stavbe platí:

$$R_{V(SIL)} = (N_{L(S)} + N_{Da}) \times P_V \times L_V$$

$$R_{V(TEL)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \times P_V \times L_V$$

$$R_V = R_{V(SIL)} + R_{V(TEL)}$$

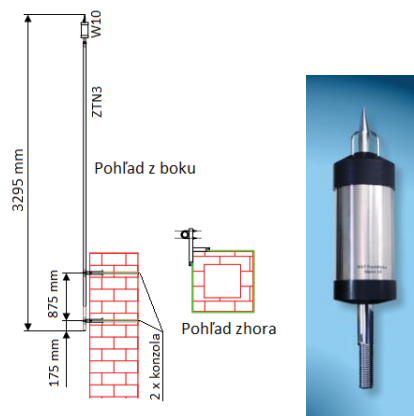
Výsledné riziko straty ľudského života je dané súčtom týchto zložiek:

$$R_I = R_A + R_B + R_U + R_V$$

Výsledné riziko sa porovná s tolerovateľným rizikom, a ak to bude nutné ($R_I > R_T$), príjmu sa ochranné opatrenia, ktoré výsledné riziko zmenšia. Medzi ochranné opatrenia sa vo väčšine zaradzuje, nainštalovanie bleskozvodu a použité prepäťových ochrán na vstupných vedeniach do budovy. Týmto sa znížia hodnoty pravdepodobností a vypočítajú sa nové zložky rizika a celkové riziko R_I . Ak bude výsledné riziko po opatreniach menšie ako tolerovateľná hodnota rizika R_T , tak ochranné opatrenia pre daný objekt sú postačujúce. V našom prípade po prijatí ochranných opatrení t.j. nainštalovaním aktívneho bleskozvodu a prepäťových ochrán pokleslo celkové riziko R_I pod tolerovateľnú hodnotu R_T .

Na výpočet rizika existujú aj rôzne programy, ktoré výpočet urýchlia. V našom prípade sme použili na výpočet program Prozik, ktorý pracuje podľa normy STN 62305-2. Takže sme mohli porovnať dve normy NF C 17-102 a STN 62305-2. Výsledne riziko sa podľa Proziku odlišovalo od nášho vypočítaného rizika, pravdepodobne je to spôsobené tým, že norma STN 62305-2 uvažuje s iným vzťahom pri výpočte počtu nebezpečných udalostí N_L ako norma NF C 17-102. Po prijatí rovnakých ochranných opatrení riziko vypočítané Prozikom pokleslo pod tolerovateľnú hodnotu, takže ochranné opatrenia vyhovujú aj norme STN 62305-2.

Po výpočte je možné pristúpiť k výberu aktívneho zachytávača. Na trhu je mnoho druhov týchto zariadení a je už len na zákazníkovi aký typ si vyberie. My sme zvolili aktívny zachytávač typu Wat Franklinplus W10 s predstihom iniciácie $\Delta T = 10 \mu s$. Celková zostava bleskozvodu bola upevnená o komín pomocou príslušných konzol a jej celková dĺžka bola 3,295 m.

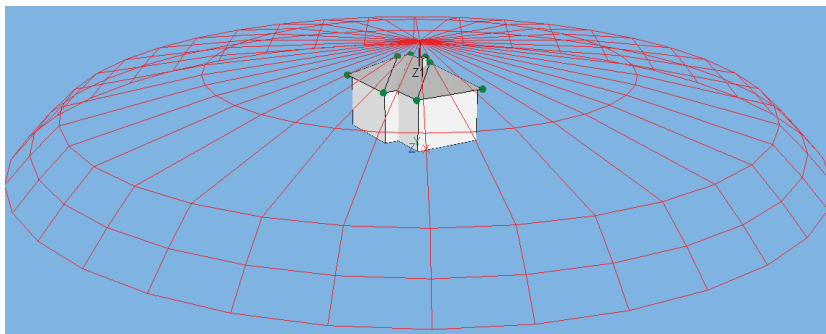


Obr. 2 Výsledná zostava zachytávača a použitý aktívny zachytávač

K danému bleskozvodu sa pripojili dva zvody, tak ako to norma určuje pri neizolovanom bleskozvode. Na vyhotovenie zvodov sa použil drôt FeZn s priemerom 10 mm, ktorý sa na streche upevnil pomocou vhodných podpier.

Ďalšou dôležitou súčasťou systému aktívneho bleskozvodu je uzemnenie, to sa v tomto prípade vyhotovilo ako typ A2. Tento uzemňovač pozostáva z troch FeZn zvislých tyčí s dĺžkou 2 m usporiadaných do tvaru trojuholníka. Uzemňovač je v zemi pospájaný rovnakým drôtom z akého sú zhotovené zvody. Následne sme vypočítali odpor uzemnenia a ukázalo sa, že dané uzemnenie vyhovuje t.j. odpor uzemnenia je menší ako 10Ω .

Pre výpočet aktívnych bleskozvodov sme použili vhodný program Keraun, ktorý výpočty realizuje podľa normy NF C 17-102:2011. V programe sa potvrdil správny výber dĺžky zostavy aktívneho zachytávača a taktiež sa zistilo, že daný aktívny zachytávač dostatočne chráni všetky časti objektu.



Obr. 3 Ochranný polomer vypočítaný programom Keraun

IV. ZÁVER

Podľa výrobcov aktívnych bleskozvodov má používanie týchto zariadení svoje výhody, napríklad umožňujú náhradu mrežovej sústavy, šetria materiál potrebný na vyhotovenie bleskozvodného systému, možnosť použitia menšieho počtu zvodov, sú vhodné na chránenie historických budov, majú vysokú životnosť a pre rozsiahle budovy môžu byť investične výhodné. Avšak dôležitejšia otázka je tá, či používanie aktívnych bleskozvodov je naozaj bezpečné. Zatiaľ sa dôveryhodne nepreukázalo to, že aktívny bleskozvod vytvára omnoho väčší ochranný priestor ako klasický bleskozvod. Potvrdením toho je aj to, že zatiaľ nebola vydaná európska norma, ktorá by sa zaoberala ochranou pred bleskom aktívnymi bleskozvodmi. Sú známe prípady, kedy zásah blesku do objektu chráneného, práve aktívnym bleskozvodom spôsobil škody. V jednom prípade, konkrétne v Malajzii došlo k smrteľnému úrazu, pričom sa daná osoba nachádzala v ochrannom priestore aktívneho bleskozvodu. Na základe toho môžeme povedať, že aktívne bleskozvody nemusia byť až také bezpečné ako to tvrdia ich výrobcovia.

V. POĎAKOVANIE

Túto prácu podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA č. 1/0372/18.

LITERATÚRA

- [1] J. Meravý, J. Kroupa: Odborná spôsobilosť v elektrotechnike 2. 4. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2013. 152 s. ISBN 978-80-8091-314-4.
- [2] P. Pojar: Aktivní bleskosvod nahradí klasický hromosvod [online]. 2008. [cit. 2018-04-2]. Dostupné na internete: <<https://www.ceskestavby.cz/clanky/aktivni-bleskosvod-nahradi-klasicky-hromosvod-4677.html>>
- [3] Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky: Slovensko má viac „vedcov“ na obyvateľa, ako vyrábaných áut [online]. 2017. [cit. 2018-04-2]. Dostupné na internete: <<http://www.appo.sk/novinky/slovensko-ma-viac-vedcov-na-obyvatela-ako-vyrabanych-aut/>>
- [4] NF C 17-102: 2011, Systém ochrany proti blesku bleskozvodom s včasnou inicializáciou výboja [online]. 2011. [cit. 2018-04-2]. Dostupné na internete: <http://www.slpa.sk/files/2018-03-01-101233-__radn___preklad_normy_NF_C_17-102_do_slovensk_ho_jazyka.pdf>