

SO SÁNH ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN ĐÁNH GIÁ RỦI RO THIẾT HẠI DO SÉT

COMPARE AND PROPOSE IMPROVED METHOD OF RISK ASSESSMENT OF DAMAGES DUE TO LIGHTNING

Lê Quang Trung, Quyền Huy Ánh, Phan Chí Thạch
Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận bài 25/3/2015, ngày phản biện đánh giá 7/4/2015, ngày chấp nhận đăng 15/4/2015

TÓM TẮT

Bài báo so sánh và phân tích phương pháp đánh giá rủi ro thiệt hại do sét giữa tiêu chuẩn IEC 62305-2 và tiêu chuẩn AS/ANZ 1768. Từ đó, đề xuất phương pháp cải tiến đánh giá rủi ro thiệt hại do sét trên cơ sở phương pháp tính toán rủi ro thiệt hại do sét được đề xuất bởi tiêu chuẩn IEC 62305-2, có bổ sung một số tính toán chi tiết hơn đề xuất từ tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 và yếu tố che chắn dọc đường dây phân phối đề xuất từ tiêu chuẩn IEEE 1410.

Chương trình tính toán rủi ro thiệt hại do sét LIRISAS được xây dựng trên cơ sở áp dụng phương pháp đánh giá rủi ro cải tiến cho kết quả tin cậy, chính xác và tạo tiện ích cho người sử dụng.

ABSTRACT

This paper compares and analyzes method of risk assessment of damage caused by lightning between IEC 62305-2 standard and AS/ANZ 1768 standard; and proposes improved method of risk assessment of damage due to lightning base on the calculation method, recommended by IEC 62305-2 standard, with some additional and more detailed calculations proposed by AS/ANZ 1768 standard and shielding factor along the distribution line proposed by IEEE 1410 standard.

The LIRISAS program calculates the risk of damage due to lightning is built on the improved method of risk assessment. This program has the reliable result, high accuracy and the user utility.

I. GIỚI THIỆU

Việt Nam là nước thuộc khí hậu nhiệt đới gió mùa, hoạt động dông sét ở mức độ cao, những rủi ro thiệt hại do sét gây ra là rất lớn. Hiện nay, trên thế giới và trong nước có nhiều tiêu chuẩn và nghiên cứu về đánh giá rủi ro thiệt hại do sét như: IEC 62305-2 [1, 8, 9, 10], AS/ANZ 1768 [2], BS EN: 62305 [3], NFPA 780 [4], ITU-T K.39 [5], QCVN 32:2011/BTTTT [6],... mỗi tiêu chuẩn về đánh giá rủi ro lại có những ưu điểm, cách tiếp cận đánh giá rủi ro và phạm vi ứng dụng khác nhau. Trong đó, tiêu chuẩn IEC 62305-2 và tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 mang tính tổng quát và chi tiết nhất. Để có giải pháp bảo vệ chống sét phù hợp với tính chất, hiện trạng công trình và

hoạt động dông sét tại khu vực, việc xây dựng phương pháp cải tiến đánh giá rủi ro thiệt hại do sét có mức độ chi tiết của thông số đầu vào ở mức cần thiết sẽ đem lại kết quả đánh giá rủi ro thiệt hại do sét có độ chính xác cao, tạo điều kiện đề xuất các giải pháp bảo vệ chống sét hợp lý về kinh tế và kỹ thuật.

II. SO SÁNH NHỮNG THÀNH PHẦN RỦI RO VÀ NHỮNG ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN

1. Thành phần rủi ro tổn thương về con người do điện giật khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc

a. So sánh thành phần rủi ro tổn thương về con người do điện giật khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc (Bảng 1):

Bảng 1. Rủi ro tổn thương về con người do điện giật khi sét đánh trực tiếp.

Tiêu chuẩn IEC 62305-2[1]	Tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 [2]
$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A$	$R_h = N_d \cdot P_h \cdot \delta_h$
$N_D = N_G \cdot A_D \cdot C_D \cdot 10^{-6}$	$N_d = N_g \cdot A_d \cdot C_d$
$P_A = P_{TA} \cdot P_B$	$P_h = k_f \cdot p_h \cdot p_s$

(Ý nghĩa các đại lượng trong Bảng 1 có thể tra cứu ở tiêu chuẩn IEC 62305-2 và AS/ANZ 1768)

Từ Bảng 1, nhận thấy sự khác biệt về cách tính giá trị xác suất sét đánh trực tiếp vào cấu trúc gây tổn thương về con người do điện giật. Cụ thể, ở [2] có thêm hệ số xác suất sét đánh gây phóng điện nguy hiểm phụ thuộc dạng vật liệu xây dựng cấu trúc p_s .

b. Đề xuất cải tiến:

Để tăng độ chính xác khi tính xác suất P_A cho rủi ro thành phần R_A trong tiêu chuẩn IEC

62305-2 cần bổ sung thêm hệ số xác suất gây phóng điện nguy hiểm phụ thuộc dạng cấu trúc p_s .

$$P_A = k_f \cdot P_h \cdot p_s \quad (1)$$

2. Thành phần rủi ro thiệt hại vật chất khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc

a. So sánh thành phần rủi ro thiệt hại vật chất khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc (Bảng 2):

Bảng 2. Rủi ro thiệt hại vật chất khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc.

Tiêu chuẩn IEC 62305-2[1]	Tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 [2]
$R_B = N_D \cdot p_B \cdot L_B$	$R_s = N_d \cdot P_s \cdot \delta_f \cdot k_h$
$L_{B1} = r_p \cdot r_f \cdot h_z \cdot L_F \cdot n_z / n_t \cdot t_z / 8760$	$P_s = k_f \cdot p_f \cdot (k_1 \cdot p_s + P_{ewd})$
$L_{B2} = r_p \cdot r_f \cdot L_F \cdot n_z / n_t$	
$L_{B3} = r_p \cdot r_f \cdot L_F \cdot c_z / c_t$	
$L_{B4} = r_p \cdot r_t \cdot L_F \cdot (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$	

(Ý nghĩa các đại lượng trong Bảng 2 có thể tra cứu ở tiêu chuẩn IEC 62305-2 và AS/ANZ 1768)

Từ Bảng 2, nhận thấy mức độ chi tiết khi tính toán xác suất P_s trong [2] so với giá trị p_B chỉ được lựa chọn từ bảng tra [1]. Tuy nhiên, đối với hai hệ số suy giảm cho các biện pháp bảo vệ phòng cháy k_f , hệ số xác suất sét gây phóng điện nguy hiểm dẫn đến cháy nổ p_f trong [2] đã tương ứng với hai hệ số r_p và r_f trong các biểu thức tính hệ số hậu quả thiệt hại L_B trong [1].

b. Đề xuất cải tiến:

Để tăng độ chính xác khi tính xác suất P_B cho rủi ro thành phần R_B trong tiêu chuẩn IEC 62305-2 cần bổ sung kết hợp thêm hệ số xác suất gây phóng điện nguy hiểm phụ thuộc

dạng vật liệu xây dựng cấu trúc p_s và hệ số xác suất dây dẫn bên ngoài mang xung sét gây thiệt hại về vật chất P_{ewd} .

$$P_B = k_f \cdot p_s + P_{ewd} \quad (2)$$

3. Thành phần rủi ro liên quan đến sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc

a. So sánh thành phần rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc (Bảng 3):

Bảng 3. Rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc.

Tiêu chuẩn IEC 62305-2[1]	Tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 [2]
$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C$	$R_w = N_d \cdot P_w \cdot \delta_o \cdot k_h$
$P_C = P_{SPD} \cdot C_{LD}$	$P_w = 1 - (1 - k_I \cdot p_s \cdot p_i \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_w) \cdot (1 - P_{wedo})$

(Ý nghĩa các đại lượng trong Bảng 3 có thể tra cứu ở tiêu chuẩn IEC 62305-2 và AS/ANZ 1768)

Theo [1], [2] và từ Bảng 3, nhận thấy xác suất P_w trong [2] được tính toán với mức độ chi tiết hơn khi có xét đến những hệ số như: xác suất gây phóng điện nguy hiểm phụ thuộc dạng vật liệu xây dựng cấu trúc và dạng đường dây bên trong tương ứng là p_s và p_i ; hệ số suy giảm khi có lắp đặt các thiết bị bảo vệ xung ở ngõ vào các thiết bị và những đường dây dịch vụ (đường dây điện hay đường dây viễn thông) tương ứng là k_3 , k_4 ; hệ số hiệu chỉnh liên quan đến điện áp chịu xung của thiết bị k_w và xác suất dây dẫn bên ngoài mang xung sét gây ra quá áp dẫn đến thiệt hại các hệ thống bên trong P_{wedo}

b. Đề xuất cải tiến:

Khi tính toán xác suất sét đánh trực tiếp vào cấu trúc gây hư hỏng thiệt hại các hệ thống bên trong P_C trong [1] cần bổ sung những hệ số như tính toán xác suất P_w trong [2].

$$P_C = 1 - (1 - k_I \cdot p_s \cdot p_i \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_w) \cdot (1 - P_{wedo}) \quad (3)$$

4. Các thành phần rủi ro khi sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào những đường dây dịch vụ

a. So sánh các hệ số xác suất cho các thành phần rủi ro khi sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào những đường dây dịch vụ (Bảng 4):

Bảng 4. Các hệ số xác suất cho các thành phần rủi ro khi sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào những đường dây dịch vụ.

Tiêu chuẩn IEC 62305-2[1]	Tiêu chuẩn AS/ANZ 1768 [2]
$P_U = P_{TU} \cdot P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD}$	$P_{c1p} = n_{ohp} \cdot k_5 \cdot P_{eo}$
$P_V = P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD}$	$P_{c1} = n_{oh} \cdot k_5 \cdot P_{e1}$
$P_W = P_{SPD} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD}$	$P_{c2p} = n_{ugp} \cdot k_5 \cdot P_{eo}$
$P_Z = P_{SPD} \cdot P_{LI} \cdot C_{LI}$	$P_{c2} = n_{ug} \cdot k_5 \cdot P_{e2}$

(Ý nghĩa các đại lượng trong Bảng 4 có thể tra cứu ở tiêu chuẩn IEC 62305-2 và AS/ANZ 1768)

Từ Bảng 4, nhận thấy khi tính xác suất sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào những đường dây dịch vụ gây ra quá áp lan truyền trên những đường dây đi vào cấu trúc theo [2] còn xét đến số lượng đường dây dịch vụ trên không n_{oh} và số lượng đường dây đi ngầm n_{ug} kết nối đến cấu trúc.

b. Đề xuất cải tiến:

Để tăng độ chính xác khi tính xác suất P_U , P_V , P_W và P_Z cần phải bổ sung số lượng đường

dây dịch vụ. Khi đó biểu thức tính xác suất P_U , P_V , P_W và P_Z cho đường dây dịch vụ trên không được xác định như sau:

$$P_{U/oh} = P_{TU} \cdot P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{oh} \quad (4)$$

$$P_{V/oh} = P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{oh} \quad (5)$$

$$P_{W/oh} = P_{SPD} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{oh} \quad (6)$$

$$P_{z/oh} = P_{SPD} \cdot P_{LI} \cdot C_{LI} \cdot n_{oh}$$

Và cho đường dây dịch vụ đi ngầm được

xác định như sau:

$$P_{U/ug} = P_{TU} \cdot P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{ug} \quad (7)$$

$$P_{V/ug} = P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{ug} \quad (8)$$

$$P_{W/ug} = P_{SPD} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} \cdot n_{ug} \quad (9)$$

$$P_{z/ug} = P_{SPD} \cdot P_{LI} \cdot C_{LI} \cdot n_{ug} \quad (10)$$

5. Hệ số che chắn cho đường dây khi tính số lần sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào đường dây dịch vụ

a. Hệ số che chắn theo tiêu chuẩn IEEE 1410 [7]:

Khi tính số lần sét đánh trực tiếp và gián tiếp cho những đường dây dịch vụ trên không N_L và N_I , tiêu chuẩn IEC 62305-2 có đề cập đến hệ số lắp đặt, hệ số môi trường và hệ số dạng đường dây tương ứng là C_p , C_E và C_T như trong biểu thức (11) và (12).

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_p \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6} \quad (11)$$

$$N_I = N_G \cdot A_I \cdot C_p \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6} \quad (12)$$

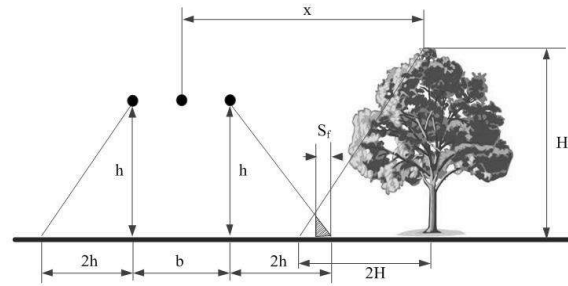
Trong đó: N_G là mật độ sét đánh tại khu vực (số lần/km²/năm); A_L là vùng tập trung tương đương do sét đánh trực tiếp vào đường dây dịch vụ (m²); A_I là vùng tập trung tương đương do sét đánh gần đường dây dịch vụ (m²).

Tuy nhiên, hệ số môi trường C_E trong biểu thức (11) và (12) chưa đề cập cụ thể đến địa hình nơi lắp đặt đường dây dịch vụ đi qua như: chiều cao cột h , khoảng cách ngang giữa các dây ngoài cùng b và hệ số che chắn S_f của vật thể có chiều cao H , khoảng cách đến đường dây dịch vụ x (như Hình 1) và trong trường hợp này số lần sét đánh vào đường dây dịch vụ theo [7] được xác định theo biểu thức:

$$N_L = N_G \cdot C_f \cdot 10^{-6} \quad (13)$$

Ở đây: C_f là hệ số suy giảm số lần sét đánh do có vật thể che chắn gần đường dây. C_f được xác định theo biểu thức:

$$C_f = (b + 28 \cdot h^{0.6}) \cdot 10^{-1} (1 - S_f) \quad (14)$$



Hình 1. Che chắn đường dây cấp nguồn bởi các vật thể ở gần.

b. Đề xuất

Để nâng cao độ chính xác khi tính số lần sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào đường dây dịch vụ trên không, cần thay thế hệ số C_E trong biểu thức (11) và (12) bởi hệ số C_f được xác định như ở biểu thức (14). Khi đó, số lần sét đánh trực tiếp và gián vào đường dây dịch vụ trên không được xác định bằng các biểu thức sau:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_f \cdot C_T \cdot 10^{-6} \quad (15)$$

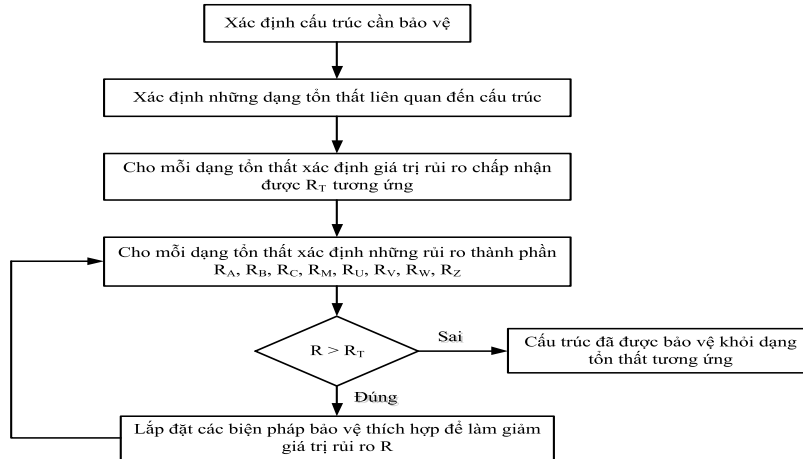
$$N_I = N_G \cdot A_I \cdot C_f \cdot C_T \cdot 10^{-6} \quad (16)$$

III. TÍNH TOÁN RỦI RO THIẾT HẠI DO SÉT THEO PHƯƠNG PHÁP CẢI TIẾN

1. Chương trình tính toán rủi ro thiệt hại do sét LIRISAS

Chương trình tính toán đánh giá rủi ro thiệt hại do sét LIRISAS được xây dựng trên cơ sở áp dụng phương pháp cải tiến đánh giá rủi ro trên cơ sở áp dụng tiêu chuẩn IEC 62305-2 với các đề xuất cải tiến nêu ở mục 2. Lưu đồ của chương trình trình bày ở Hình 2. Giao diện của chương trình trình bày ở Hình 3.

Trong chương trình LIRISAS, người sử dụng nhập vào những thông số kích thước của cấu trúc, mật độ sét khu vực, số lượng và chiều dài những đường dây dịch vụ liên kết đến cấu trúc; và cho phép người sử dụng lựa chọn dạng cấu trúc cần đánh giá rủi ro tương ứng với những dạng thiệt hại, những yếu tố điều kiện môi trường, vật liệu xây dựng cấu trúc, biện pháp bảo vệ phòng cháy, các biện pháp bảo vệ chống sét hiện có,...Chương trình sẽ tính toán kết quả những giá trị rủi ro thiệt hại do sét gây ra cho cấu trúc.



Hình 2. Lưu đồ đánh giá rủi ro thiệt hại do sét.

Ghi chú: R_T là giá trị rủi ro chấp nhận được; R_A, R_B, R_C lần lượt là rủi ro tổn thương về con người, rủi ro thiệt hại vật chất, rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh trực tiếp vào cấu trúc; R_M là rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh gần cấu trúc; R_U, R_V, R_W lần lượt là rủi ro tổn thương về con

người, rủi ro thiệt hại vật chất, rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh trực tiếp vào những đường dây dịch vụ kết nối đến cấu trúc; R_Z là rủi ro sự cố những hệ thống bên trong khi sét đánh gần những đường dây dịch vụ kết nối với cấu trúc; R là giá trị rủi ro tổng.

CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN ĐÁNH GIÁ RỦI RO THIẾT HẠI DO SÉT LIRISAS
 Tiêu chuẩn IEC-62305 cải tiến

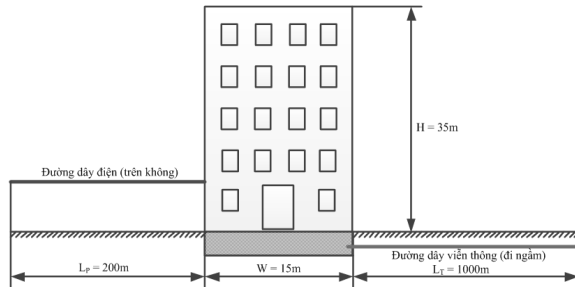
Loại kết cấu:

Kích thước cấu trúc và các yếu tố môi trường	Đường dây dịch vụ	Các dạng rủi ro	
Chiều dài (m) <input type="text" value="20"/>	Đường dây điện	Thiệt hại về con người	
Chiều rộng (m) <input type="text" value="15"/>	Chiều dài (m) <input type="text" value="200"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về con người <input type="text" value="Tất cả"/>	
Chiều cao (m) <input type="text" value="35"/>	Số lượng đường dây <input type="text" value="1"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về vật chất <input type="text" value="Công nghiệp"/>	
Mật độ sét khu vực (lần/km ² /năm) <input type="text" value="12"/>	Cách lắp đặt <input type="text" value="Trên không"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại hệ thống bên trong <input type="text" value="Không xem xét"/>	
Môi trường xung quanh cấu trúc <input type="text" value="Cổ lập"/>	Loại đường dây <input type="text" value="Hạ thế/viên thông"/>	Thiệt hại về dịch vụ	
Đặc điểm của cấu trúc và các biện pháp bảo vệ	Biện pháp nối đất, cách ly theo IEC 62305-4 <input type="text" value="Không có"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về vật chất <input type="text" value="Không xem xét"/>	
Vật liệu xây dựng cấu trúc <input type="text" value="Bê tông cốt thép"/>	Bảo vệ đường dây bên trong cấu trúc <input type="text" value="Không có che chắn"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại hệ thống bên trong <input type="text" value="Không xem xét"/>	
Vật liệu sàn <input type="text" value="Gạch ceramic"/>	Đường dây viễn thông	Thiệt hại về di sản văn hóa	
Rủi ro cháy <input type="text" value="Thấp"/>	Chiều dài (m) <input type="text" value="1000"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về vật chất <input type="text" value="Không xem xét"/>	
Biện pháp bảo vệ phòng cháy <input type="text" value="Không có"/>	Số lượng đường dây <input type="text" value="1"/>	Thiệt hại về giá trị kinh tế	
Mức độ hoãn sự khi có sự cố <input type="text" value="Thấp"/>	Cách lắp đặt <input type="text" value="Đi ngầm"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về vật nuôi <input type="text" value="Tất cả"/>	
Cấp độ bảo vệ chống sét <input type="text" value="Không có"/>	Loại đường dây <input type="text" value="Hạ thế/viên thông"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại về vật chất <input type="text" value="Thương mại"/>	
Cấp độ SPD được thiết kế <input type="text" value="Không có"/>	Biện pháp nối đất, cách ly theo IEC 62305-4 <input type="text" value="Không có"/>	Dạng cấu trúc thiệt hại hệ thống bên trong <input type="text" value="Thương mại"/>	
SPD ở ngõ vào đường dây dịch vụ <input type="text" value="Không có"/>	Bảo vệ đường dây bên trong cấu trúc <input type="text" value="Không có che chắn"/>		
SPD ở ngõ vào thiết bị <input type="text" value="Không có"/>			
Kết quả tính toán mức độ rủi ro			
Thiệt hại về con người	Thiệt hại về dịch vụ	Thiệt hại về di sản văn hóa	Thiệt hại về giá trị kinh tế
Giá trị rủi ro tính toán <input type="text" value="3.25678E-05"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0.222515635"/>
Giá trị rủi ro chấp nhận được <input type="text" value="0.00001"/>	<input type="text" value="0.001"/>	<input type="text" value="0.0001"/>	<input type="text" value="0.001"/>

Hình 3. Giao diện chương trình tính toán đánh giá rủi ro thiệt hại do sét LIRISAS.

2. Tính toán mẫu

Tính toán đánh giá rủi ro thiệt hại do sét cho công trình là tòa nhà thương mại ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh, kích thước $20 \times 15 \times 35m$, mật độ sét khu vực là $12 (lần/km^2/năm)$, không có công trình khác lân cận. Đường dây điện cấp nguồn có chiều dài $200m$ đi trên không, cáp viễn thông có chiều dài $1000m$ được đi ngầm dưới đất.



Hình 4. Công trình cần đánh giá rủi ro thiệt hại do sét.

Kết quả tính toán rủi ro thiệt hại do sét gây ra về con người và về giá trị kinh tế theo tiêu chuẩn IEC 62305-2 và tiêu chuẩn IEC 62305-2 cải tiến bằng chương trình LIRISAS như sau:

Bảng 5. Tổng hợp các kết quả đánh giá rủi ro.

Dạng rủi ro	Theo tiêu chuẩn IEC 62305-2	Theo tiêu chuẩn IEC 62305-2 cải tiến
Thiệt hại về con người R_1	$1,24.10^{-4}$	$3,25.10^{-5}$
Thiệt hại về giá trị kinh tế R_4	0,255	0,222

V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IEC 62305-2, "Protection against lightning - Part 2: Risk management", 2010.
- [2] Australian/New Zealand Standard, "Lightning protection", 2002.
- [3] IEEE Std 1410, "Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power

Từ kết quả tính toán ở Bảng 5, nhận thấy rằng: kết quả tính toán đánh giá rủi ro theo tiêu chuẩn IEC 62305-2 cải tiến thấp hơn khoảng 26,2% đối với giá trị R_1 và khoảng 12,95% đối với giá trị R_4 so với các kết quả tính toán theo tiêu chuẩn IEC 62305-2.

IV. KẾT LUẬN

Bài báo đã so sánh phương pháp đánh giá rủi ro thiệt hại do sét giữa tiêu chuẩn IEC 62305-2 và AS/ASZ 1768. Đề xuất cải tiến cách tính các hệ số xác suất cho các thành phần rủi ro trong tiêu chuẩn IEC 62305-2 trên cơ sở bổ sung những hệ số như: xác suất sét đánh gây phóng điện nguy hiểm phụ thuộc dạng vật liệu xây dựng cấu trúc, xác suất dây dẫn bên ngoài mang xung sét vào cấu trúc, số lượng những đường dây dịch vụ kết nối đến cấu trúc. Hệ số che chắn dọc đường dây theo tiêu chuẩn IEEE 1410 cũng đã được bổ sung trong tính toán số lần sét đánh trực tiếp và gián tiếp vào những đường dây dịch vụ.

Tính toán đánh giá rủi ro do sét gây ra theo phương pháp cải tiến cho kết quả thấp hơn với độ chi tiết cao hơn so với các phương pháp được đề xuất trước đây. Từ kết quả tính toán này, chi phí đầu tư cho hệ thống bảo vệ chống sét sẽ giảm đi nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật chống sét cho cấu trúc.

Chương trình LIRISAS được xây dựng hỗ trợ công tác tính toán đánh giá rủi ro thiệt hại do sét với giao diện trực quan, giúp người sử dụng dễ dàng thao tác, cho kết quả nhanh chóng và chính xác hơn.

Overhead Distribution Lines”, 2004.

- [4] A guide to BS EN 62305:2006, “*Protection Against Lightning*”, 2006.
- [5] AFPA 780, “*Standar tor the Installation of Lightning Protection Systems*”, 2004.
- [6] ITU-T Recommendation K.39, “*Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges*”, 1996.
- [7] QCVN 32:2011/BTTTT, “*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chống sét cho các trạm viễn thông và mạng cáp ngoại vi viễn thông*”, 2011.
- [8] G. B. Lo Piparo, A. Kern, C. Mazzetti, “*Some Masterpoints about Risk due to Lightning*”, International Conference on Lightning Protection (ICLP), Vienna, Austria, 2012.
- [9] Carlos T. Mata, Tatiana Bonilla, “*Lightning Risk Assessment Tool, Implementation of the IEC 62305-2 Standard on Lightning Protection*”, International Conference on Lightning Protection (ICLP), Vienna, Austria, 2012.
- [10] Alexander Kern, Christian Braun, Risk management according to IEC 62305-2 edition 2: 2010-12, “*Assessment of structures with a risk of explosion*”, International Conference on Lightning Protection (ICLP), Shanghai, China, 2014.