

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9888-2:2013

IEC 62305-2:2010

Xuất bản lần 1

**BẢO VỆ CHỐNG SÉT –
PHẦN 2: QUẢN LÝ RỦI RO**

Protection against lightning –

Part 2: Risk management

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và các chữ viết tắt	5
4 Giải thích các thuật ngữ	18
5 Quản lý rủi ro	23
6 Đánh giá các thành phần rủi ro	29
Phụ lục A (tham khảo) – Đánh giá số lượng các trường hợp nguy hiểm hàng năm	36
Phụ lục B (tham khảo) – Đánh giá xác suất thiệt hại P_x	45
Phụ lục C (tham khảo) – Đánh giá tổng tổn thất L_x	55
Phụ lục D (tham khảo) – Đánh giá chi phí tổn thất	63
Phụ lục E (tham khảo) – Phân tích các trường hợp	65
Thư mục tài liệu tham khảo	98

Lời nói đầu

TCVN 9888-2:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 62305-2:2010;

TCVN 9888-2:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 9888 (IEC 62305) *Bảo vệ chống sét* gồm các phần sau:

TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010), Phần 1: Nguyên tắc chung

TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010), Phần 2: Quản lý rủi ro

TCVN 9888-3:2013 (IEC 62305-3:2010), Phần 3: Thiệt hại vật chất đến kết cấu và nguy hiểm tính mạng

TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010), Phần 4: Hệ thống điện và điện tử bên trong các kết cấu

Bảo vệ chống sét –

Phần 2: Quản lý rủi ro

*Protection against lightning –
Part 2: Risk management*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá rủi ro đối với một kết cấu do sét đánh xuống trái đất.

Tiêu chuẩn này đưa ra quy trình đánh giá rủi ro như vậy. Khi đã chọn được một giới hạn trên chấp nhận được cho rủi ro, quy trình này cho phép lựa chọn các biện pháp bảo vệ thích hợp để đảm bảo giảm thiểu rủi ro xuống bằng hoặc thấp hơn giới hạn chấp nhận được.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu có ghi năm công bố, chỉ áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố, áp dụng bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010), *Bảo vệ chống sét – Phần 1: Nguyên tắc chung*

TCVN 9888-3:2013 (IEC 62305-3:2010), *Bảo vệ chống sét – Phần 3: Thiệt hại vật chất đến kết cấu và nguy hiểm tính mạng*

TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010), *Bảo vệ chống sét – Phần 4: Hệ thống điện và điện tử bên trong các kết cấu*

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và các chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt dưới đây.

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1

Kết cấu cần bảo vệ (structure to be protected)

Kết cấu được yêu cầu bảo vệ chống lại các ảnh hưởng của sét phù hợp với tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Kết cấu cần bảo vệ có thể là một phần của một kết cấu lớn hơn.

3.1.2

Kết cấu có rủi ro nổ (structures with risk of explosion)

Kết cấu có các vật liệu nổ dạng rắn hoặc các khu vực nguy hiểm được xác định theo IEC 60079-10-1^[2] và IEC 60079-10-2^[3].

3.1.3

Kết cấu nguy hiểm tới môi trường (structures dangerous to the environment)

Kết cấu có thể gây ra phát thải sinh học, hóa học và phóng xạ do hậu quả của sét (ví dụ như các nhà máy hóa chất, hóa dầu, nguyên tử, v.v...)

3.1.4

Môi trường đô thị (urban environment)

Khu vực có mật độ xây dựng cao hoặc các cộng đồng dân cư đông đúc với các tòa nhà cao tầng.

CHÚ THÍCH: 'Trung tâm thành phố' là một ví dụ về môi trường đô thị.

3.1.5

Môi trường ngoại thành (suburban environment)

Khu vực có mật độ xây dựng trung bình.

CHÚ THÍCH: 'Ngoại ô' là một ví dụ về môi trường ngoại thành.

3.1.6

Môi trường nông thôn (rural environment)

Khu vực có mật độ xây dựng thấp.

CHÚ THÍCH: 'Miền quê' là một ví dụ về môi trường nông thôn.

3.1.7

Mức điện áp chịu xung danh định (rated impulse withstand voltage level)

U_w

Điện áp chịu xung do nhà chế tạo ấn định cho thiết bị hoặc cho một phần của thiết bị, đặc trưng cho khả năng chịu quá điện áp (quá độ) qui định của cách điện.

[IEC 60664-1:2007, định nghĩa 3.9.2, có sửa đổi]^[4]

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này chỉ xét đến điện áp chịu xung giữa các vật dẫn mang điện và trái đất.

3.1.8

Hệ thống điện (electrical system)

Hệ thống có các thành phần cấp điện hạ áp.

3.1.9

Hệ thống điện tử (electronic system)

Hệ thống có các thành phần điện tử nhạy như thiết bị viễn thông, máy vi tính, các hệ thống đo lường và điều khiển, hệ thống vô tuyến điện, hệ thống điện tử công suất.

3.1.10

Hệ thống bên trong (internal systems)

Hệ thống điện và điện tử nằm bên trong kết cấu.

3.1.11

Đường dây (line)

Đường dây tải điện hoặc đường dây viễn thông nối tới kết cấu cần bảo vệ.

3.1.12

Đường dây viễn thông (telecommunication lines)

Các dây được dùng cho việc truyền thông giữa các thiết bị có thể được đặt trong các kết cấu riêng biệt, ví dụ đường dây điện thoại và đường dây dữ liệu.

3.1.13

Đường dây điện (power lines)

Đường dây phân phối đưa năng lượng điện vào một kết cấu để cấp nguồn cho thiết bị điện và điện tử đặt trong đó, ví dụ như các lưới điện hạ áp (LV) hoặc cao áp (HV).

3.1.14

Trường hợp nguy hiểm (dangerous event)

Sét đánh tới hoặc gần kết cấu cần bảo vệ, hoặc đánh tới hoặc gần một đường dây được nối đến kết cấu cần bảo vệ mà có thể gây thiệt hại.

3.1.15

Sét đánh vào kết cấu (lightning flash to a structure)

Sét đánh tới một kết cấu cần bảo vệ.

3.1.16

Sét đánh gần kết cấu (lightning flash near a structure)

Sét đánh tới đủ gần một kết cấu cần bảo vệ mà có thể gây quá điện áp nguy hiểm.

TCVN 9888-2:2013

3.1.17

Sét đánh vào đường dây (lightning flash to a line)

Sét đánh tới một đường dây được nối với kết cấu cần bảo vệ.

3.1.18

Sét đánh gần đường dây (lightning flash near a line)

Sét đánh tới đủ gần một đường dây được nối với kết cấu cần bảo vệ mà có thể gây quá điện áp nguy hiểm.

3.1.19

Số lượng trường hợp nguy hiểm do sét đánh vào kết cấu (number of dangerous events due to flashes to a structure)

N_D

Số lượng trường hợp nguy hiểm dự kiến trung bình hàng năm do sét đánh tới một kết cấu.

3.1.20

Số lượng trường hợp nguy hiểm do sét đánh vào đường dây (number of dangerous events due to flashes to a line)

N_L

Số lượng trường hợp nguy hiểm dự kiến trung bình hàng năm do sét đánh tới một đường dây.

3.1.21

Số lượng trường hợp nguy hiểm do sét đánh gần kết cấu (number of dangerous events due to flashes near a structure)

N_M

Số lượng trường hợp nguy hiểm dự kiến trung bình hàng năm do sét đánh gần một kết cấu.

3.1.22

Số lượng trường hợp nguy hiểm do sét đánh gần đường dây (number of dangerous events due to flashes near a line)

N_i

Số lượng trường hợp nguy hiểm dự kiến trung bình hàng năm do sét đánh gần đường dây.

3.1.23

Xung sét điện từ (lightning electromagnetic impulse)

LEMP

Tất cả các hiệu ứng điện từ của dòng điện sét thông qua ghép nối kiểu điện trở, điện cảm và điện dung sinh ra các đột biến và trường điện từ bức xạ.

3.1.24**Đột biến (surge)**

Quá độ gây ra bởi LEMP xuất hiện như một quá điện áp và/hoặc quá dòng điện

3.1.25**Điểm nút (node)**

Điểm trên đường dây mà từ đó trở đi lan truyền đột biến có thể được giả thiết là không đáng kể.

CHÚ THÍCH: Các ví dụ về các điểm nút là một điểm trên đường dây tải điện rẽ nhánh phân phối tới một máy biến áp cao áp/hạ áp hoặc trên trạm biến áp, trạm viễn thông hoặc thiết bị (ví dụ như một thiết bị phân kênh hoặc trạm xDSL) trên đường dây viễn thông.

3.1.26**Thiệt hại vật chất (physical damage)**

Thiệt hại tới một kết cấu (hoặc các thứ bên trong kết cấu) do các hiệu ứng về cơ, nhiệt, hóa hoặc nổ từ sét.

3.1.27**Tổn thương sinh vật (injury to living beings)**

Các tổn thương vĩnh viễn kể cả sinh mạng của người hoặc động vật khi bị điện giật do điện áp tiếp xúc và điện áp bước gây ra bởi sét.

CHÚ THÍCH: Mặc dù sinh vật có thể bị thương theo các cách khác nhau, nhưng trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ "tổn thương sinh vật" được giới hạn ở các mối đe dọa do điện giật (kiểu thiệt hại D1).

3.1.28**Hỏng hệ thống điện và điện tử (failure of electrical and electronic systems)**

Thiệt hại vĩnh viễn của các hệ thống điện và điện tử do xung sét điện từ (LEMP).

3.1.29**Xác suất thiệt hại (probability of damage)**

P_x

Xác suất mà mỗi trường hợp nguy hiểm sẽ gây ra thiệt hại tới hoặc trong một kết cấu cần bảo vệ.

3.1.30**Tổn thất (loss)**

L_x

Lượng trung bình của tổn thất (về người và hàng hóa) là hậu quả của một kiểu thiệt hại quy định do một trường hợp nguy hiểm gây ra, liên quan đến giá trị (về người và hàng hóa) của kết cấu cần bảo vệ.

TCVN 9888-2:2013

3.1.31

Rủi ro (risk)

R

Giá trị tổn thất trung bình hàng năm có thể xảy ra (về người và hàng hóa) do sét, liên quan đến tổng giá trị (về người và hàng hóa) của kết cấu cần bảo vệ.

3.1.32

Thành phần rủi ro (risk component)

R_x

Rủi ro riêng phần phụ thuộc vào nguồn và kiểu thiệt hại.

3.1.33

Rủi ro cho phép (tolerable risk)

R_T

Giá trị rủi ro tối đa có thể chấp nhận được đối với kết cấu cần bảo vệ.

3.1.34

Vùng của một kết cấu (zone of a structure)

Z_s

Phần kết cấu có các đặc trưng đồng nhất, trong đó chỉ liên quan đến một tập các tham số khi đánh giá một thành phần rủi ro.

3.1.35

Đoạn dây (section of a line)

S_L

Phần của một đường dây có các đặc trưng đồng nhất, trong đó chỉ liên quan đến một tập các tham số khi đánh giá một thành phần rủi ro.

3.1.36

Vùng bảo vệ chống sét (lightning protection zone)

LPZ

Vùng mà trong đó môi trường sét điện từ được xác định.

CHÚ THÍCH: Ranh giới của một vùng bảo vệ chống sét LPZ không nhất thiết là ranh giới vật lý (ví dụ như tường, sàn và trần).

3.1.37

Mức bảo vệ chống sét (lightning protection level)

LPL

Chỉ số liên quan đến một tập các giá trị tham số dòng điện sét liên quan đến xác suất mà các giá trị tối đa và tối thiểu kết hợp theo thiết kế sẽ không bị vượt quá khi sét xuất hiện tự nhiên.

CHÚ THÍCH: Mức độ bảo vệ chống sét được sử dụng để thiết kế các biện pháp bảo vệ theo tập hợp tương ứng của các tham số dòng điện sét.

3.1.38

Biện pháp bảo vệ (protection measures)

Biện pháp cần được áp dụng trong kết cấu cần bảo vệ nhằm giảm rủi ro.

3.1.39

Bảo vệ chống sét (lightning protection)

LP

Hệ thống bảo vệ chống sét hoàn chỉnh cho các kết cấu, bao gồm hệ thống lắp đặt và các phần bên trong, cũng như con người, nói chung gồm một LPS và SPM.

3.1.40

Hệ thống bảo vệ chống sét (lightning protection system)

LPS

Hệ thống hoàn chỉnh được sử dụng để giảm thiệt hại vật chất do sét đánh vào kết cấu.

CHÚ THÍCH: Hệ thống bảo vệ chống sét bao gồm hệ thống bảo vệ chống sét bên trong và bên ngoài.

3.1.41

Biện pháp bảo vệ chống xung sét điện từ (LEMP protection measures)

SPM

Các biện pháp thực hiện để bảo vệ các hệ thống bên trong chống lại các ảnh hưởng của LEMP.

CHÚ THÍCH: Hệ thống bảo vệ chống xung sét điện từ là một phần bảo vệ chống sét toàn phần.

3.1.42

Màn chắn từ (magnetic shield)

Màn chắn khép kín, bằng kim loại, dạng lưới hoặc dạng tấm bao phủ kết cấu cần bảo vệ, hoặc một phần của kết cấu, được sử dụng để giảm các hồng học của các hệ thống điện và điện tử.

3.1.43

Cáp có bảo vệ chống sét (lightning protective cable)

Cáp đặc biệt có độ bền điện môi được tăng cường và có vỏ bọc kim loại luôn tiếp đất một cách trực tiếp hoặc tiếp đất bằng cách sử dụng vỏ bọc bằng chất dẻo dẫn điện.

3.1.44

Ống cáp bảo vệ chống sét (lightning protective cable duct)

Ống cáp điện trở thấp tiếp xúc với đất.

TCVN 9888-2:2013

VÍ DỤ: Ống bê tông có cốt thép nối liền kết với nhau hoặc ống kim loại.

3.1.45

Thiết bị bảo vệ chống đột biến (surge protective device)

SPD

Thiết bị được dùng để hạn chế quá điện áp quá độ và thoát dòng đột biến; chứa tối thiểu một phần tử phi tuyến.

3.1.46

Hệ thống SPD phối hợp (coordinated SPD system)

Các SPD được lựa chọn, phối hợp và lắp đặt thích hợp tạo thành một hệ thống nhằm giảm hỏng hóc của các hệ thống điện và điện tử.

3.1.47

Giao diện cách ly (isolating interfaces)

Các thiết bị có khả năng làm giảm đột biến dẫn trên đường dây đi vào LPZ.

CHÚ THÍCH 1: Giao diện cách ly bao gồm cả máy biến áp cách ly có màn chắn nối đất giữa các cuộn dây, cáp sợi quang phi kim loại và bộ cách ly quang.

CHÚ THÍCH 2: Các đặc tính chịu đựng của cách điện trong thiết bị có thể phù hợp cho ứng dụng này do tự nó hoặc thông qua SPD.

3.1.48

Liên kết đẳng thế chống sét (lightning equipotential bonding)

EB

Liên kết đến LPS của các bộ phận kim loại riêng rẽ bằng cách ghép nối dẫn điện trực tiếp hoặc thông qua các thiết bị bảo vệ chống đột biến, để giảm chênh lệch điện thế do dòng điện sét.

3.1.49

Vùng 0 (zone 0)

Nơi có khí quyển nổ chứa hỗn hợp không khí và các chất dễ cháy ở dạng khí, hơi hoặc sương có mặt liên tục hoặc trong khoảng thời gian dài hoặc thường xuyên.

(IEC 60050-426:2008, 426-03-03, có sửa đổi)^[5]

3.1.50

Vùng 1 (zone 1)

Nơi có khí quyển nổ chứa hỗn hợp không khí và các chất dễ cháy ở dạng khí, hơi hoặc sương thỉnh thoảng xuất hiện trong làm việc bình thường.

(IEC 60050-426:2008, 426-03-04, có sửa đổi)^[5]

3.1.51**Vùng 2 (zone 2)**

Nơi ít có khả năng xuất hiện khí quyển nổ chứa hỗn hợp không khí và các chất dễ cháy ở dạng khí, hơi hoặc sương trong làm việc bình thường nhưng nếu xuất hiện khí quyển này chỉ tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn.

CHÚ THÍCH 1: Theo định nghĩa này, từ "tồn tại" có nghĩa là tổng thời gian mà khí quyển dễ cháy sẽ tồn tại. Điều này thường sẽ bao gồm toàn bộ thời gian thoát khí, cộng với thời gian làm cho khí quyển dễ cháy tiêu tán sau khi dừng thoát khí.

CHÚ THÍCH 2: Các chỉ dẫn về tần suất và thời gian xuất hiện đều có thể tra cứu từ các qui phạm liên quan đến các ngành công nghiệp hoặc các ứng dụng cụ thể.

(IEC 60050-426:2008, 426-03-05, có sửa đổi)^[5]

3.1.52**Vùng 20 (zone 20)**

Nơi có khí quyển nổ, ở dạng một đám mây bụi dễ cháy trong không khí, xuất hiện liên tục hoặc trong khoảng thời gian dài hoặc thường xuyên.

(IEC 60079-10-2:2009, 6.2, có sửa đổi)^[3]

3.1.53**Vùng 21 (zone 21)**

Nơi có khí quyển nổ, ở dạng một đám mây bụi dễ cháy trong không khí, thỉnh thoảng xuất hiện trong làm việc bình thường.

(IEC 60079-10-2:2009, 6.2, có sửa đổi)^[3]

3.1.54**Vùng 22 (zone 22)**

Nơi mà khí quyển nổ, ở dạng một đám mây bụi dễ cháy trong không khí, ít có khả năng xuất hiện trong làm việc bình thường nhưng nếu xuất hiện khí quyển này sẽ chỉ tồn tại trong một thời gian ngắn.

(IEC 60079-10-2:2009, 6.2, có sửa đổi)^[3]

3.2 Ký hiệu và các từ viết tắt

a	Suất khẩu hao	Phụ lục D
A_D	Diện tích thu sét đánh vào kết cấu biệt lập	A.2.1.1
A_{Dj}	Diện tích thu sét đánh vào kết cấu lân cận	A.2.5
A_D	Diện tích thu sét do phần nhô cao trên mái	A.2.1.2
A_l	Diện tích thu sét đánh gần đường dây	A.5
A_L	Diện tích thu sét đánh vào đường dây	A.4

TCVN 9888-2:2013

A _M	Diện tích thu sét đánh gần kết cấu	A.3
B	Tòa nhà	A.2
C _D	Hệ số vị trí	Bảng A.1
C _{DJ}	Hệ số vị trí của kết cấu lân cận	A.2.5
C _E	Hệ số môi trường	Bảng A.4
C _I	Hệ số lắp đặt đường dây	Bảng A.2
C _L	Chi phí hàng năm về tổng tổn thất trong trường hợp không có biện pháp bảo vệ ...	5.5; Phụ lục D
C _{LD}	Hệ số phụ thuộc các điều kiện vô bọc, nổi đất và cách ly của đường dây khi sét đánh tới đường dây	Phụ lục B
C _{LI}	Hệ số phụ thuộc các điều kiện vô bọc, nổi đất và cách ly của đường dây khi sét đánh gần đường dây	Phụ lục B
C _{LZ}	Chi phí tổn thất trong một khu vực	Phụ lục D
C _P	Chi phí cho các biện pháp bảo vệ	Phụ lục D
C _{PM}	Chi phí hàng năm cho các biện pháp bảo vệ đã chọn.....	5.5; Phụ lục D
C _{RL}	Chi phí hàng năm cho tổn thất còn lại	5.5; Phụ lục D
C _{RLZ}	Chi phí cho tổn thất còn lại trong một khu vực	Phụ lục D
C _T	Hệ số về kiểu đường dây dùng cho máy biến áp HV/LV trên đường dây.....	Bảng A.3
c _a	Giá trị của động vật trong khu vực, quy ra tiền	C.6
c _b	Giá trị tòa nhà liên quan đến khu vực, quy ra tiền	C.6
c _c	Giá trị các thứ trong khu vực, quy ra tiền	C.6
c _e	Tổng giá trị hàng hóa ở nơi nguy hiểm bên ngoài kết cấu, quy ra tiền	C.6
c _s	Giá trị của các hệ thống bên trong (bao gồm các hoạt động của nó) trong vùng, quy ra tiền	C.6
c _t	Tổng giá trị của kết cấu, quy ra tiền	C.5; C.6
c _z	Giá trị của các di sản văn hóa trong khu vực, quy ra tiền	C.5
D ₁	Tổn thương sinh vật do điện giật	4.1.2
D ₂	Thiệt hại vật chất	4.1.2
D ₃	Hỏng các hệ thống điện và điện tử	4.1.2
h _z	Hệ số tăng tổn thất khi có nguy hiểm đặc biệt	Bảng C.6

H	Chiều cao của kết cấu	A.2.1.1
H _J	Chiều cao của kết cấu lân cận	A.2.5
i	Lãi suất	Phụ lục D
K _{MS}	Hệ số liên quan đến việc thực hiện các biện pháp bảo vệ chống xung LEMP	B.5
K _{S1}	Hệ số liên quan đến hiệu quả của màn chắn trong kết cấu	B.5
K _{S2}	Hệ số liên quan đến hiệu quả của màn chắn của các vỏ bên trong kết cấu	B.5
K _{S3}	Hệ số liên quan đến các đặc trưng của đi dây bên trong	B.5
K _{S4}	Hệ số liên quan đến điện áp chịu xung của hệ thống	B.5
L	Chiều dài của kết cấu	A.2.1.1
L _J	Chiều dài của kết cấu lân cận	A.2.5
L _A	Tổn thất do điện giật làm tổn thương sinh vật (sét đánh tới kết cấu)	6.2
L _B	Tổn thất trong một kết cấu liên quan đến thiệt hại vật chất (sét đánh vào kết cấu)	6.2
L _L	Chiều dài phân đoạn đường dây	A.4
L _C	Tổn thất liên quan đến hư hỏng các hệ thống bên trong (sét đánh vào kết cấu)	6.2
L _E	Tổn thất khác khi thiệt hại liên quan đến các kết cấu xung quanh	C.3; C.6
L _F	Tổn thất trong một kết cấu do thiệt hại vật chất	Bảng C.2, C8, C10, C12
L _{FE}	Tổn thất do thiệt hại vật chất bên ngoài kết cấu	C.3; C.6
L _{FT}	Tổng tổn thất do thiệt hại vật chất bên trong và bên ngoài kết cấu	C.3; C.6
L _M	Tổn thất liên quan đến hư hỏng các hệ thống bên trong (sét đánh gần kết cấu)	6.3
L _O	Tổn thất trong một kết cấu do hỏng các hệ thống bên trong	Bảng C.2, C8, C12
L _T	Tổn thất do điện giật làm tổn thương	Bảng C.2, C12
L _U	Tổn thất do điện giật làm tổn thương sinh vật (sét đánh vào đường dây)	6.4
L _V	Tổn thất trong kết cấu do thiệt hại vật chất (sét đánh vào đường dây)	6.4
L _W	Tổn thất liên quan đến hư hỏng các hệ thống bên trong (sét đánh vào đường dây)	6.4
L _X	Tổn thất do các thiệt hại liên quan đến kết cấu	6.1
L _Z	Tổn thất liên quan đến hư hỏng các hệ thống bên trong (sét đánh gần đường dây)	6.5
L ₁	Tổn thất chết người	4.1.3
L ₂	Tổn thất về dịch vụ công cộng	4.1.3
L ₃	Tổn thất về các di sản văn hóa	4.1.3

TCVN 9888-2:2013

L ₄	Tổn thất về giá trị kinh tế	4.1.3
m	Tiến độ bảo dưỡng	Phụ lục D
N _x	Số lượng các trường hợp nguy hiểm hàng năm	6.1
N _D	Số lượng các trường hợp nguy hiểm do sét đánh vào kết cấu	A.2.4
N _{DJ}	Số lượng các trường hợp nguy hiểm do sét đánh gần kết cấu lân cận	A.2.5
N _G	Mật độ sét đánh tiếp đất	A.1
N _I	Số lượng các trường hợp nguy hiểm do sét đánh gần đường dây	A.5
N _L	Số lượng các trường hợp nguy hiểm do sét đánh vào đường dây	A.4
N _M	Số lượng các trường hợp nguy hiểm do sét đánh gần kết cấu	A.3
n _z	Số người có thể bị đe dọa (nạn nhân và người sử dụng không được hỗ trợ)	C.3; C.4
n _t	Tổng số người dự kiến (hoặc người sử dụng không được hỗ trợ)	C.3; C.4
P	Xác suất thiệt hại	Phụ lục B
P _A	Xác suất điện giật làm tổn thương sinh vật (sét tới kết cấu)	6.2; B.2
P _B	Xác suất thiệt hại vật chất tới một kết cấu (sét tới kết cấu)	Bảng B.2
P _C	Xác suất hư hỏng hệ thống bên trong (sét tới kết cấu)	6.2; B.4
P _{EB}	Xác suất giảm P _U và P _V phụ thuộc vào các đặc tính của đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị khi EB được lắp đặt	Bảng B.7
P _{LD}	Xác suất giảm P _U , P _V và P _W phụ thuộc vào các đặc tính của đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị (sét đánh vào đường dây được nối)	Bảng B.8
P _{LI}	Xác suất giảm P _Z phụ thuộc vào các đặc trưng đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị (sét đánh gần đường dây được nối)	Bảng B.9
P _M	Xác suất hư hỏng hệ thống bên trong (sét đánh gần kết cấu)	6.3; B.5
P _{MS}	Xác suất giảm P _M phụ thuộc vào vỏ bọc, dây và điện áp chịu đựng của thiết bị	B.5
P _{SPD}	Xác suất giảm P _C , P _M , P _W và P _Z khi lắp đặt một hệ thống SPD phối hợp	Bảng B.3
P _{TA}	Xác suất giảm P _A phụ thuộc vào các phương pháp bảo vệ đối với điện áp tiếp xúc và điện áp bước	Bảng B.1
P _U	Xác suất điện giật làm tổn thương sinh vật (sét đánh vào đường dây được nối)	6.4; B.6
P _V	Xác suất thiệt hại vật chất tới một kết cấu (sét đánh vào đường dây được nối)	6.4; B.7

P _W	Xác suất hư hỏng hệ thống bên trong (sét đánh vào đường dây được nối)	6.4; B.8
P _X	Xác suất thiệt hại liên quan đến kết cấu	6.1
P _Z	Xác suất hư hỏng hệ thống bên trong (sét đánh gần đường dây được nối)	6.5; B.9
r ₁	Hệ số suy giảm kết hợp với loại bề mặt	C.3
r _f	Hệ số suy giảm tổn thất phụ thuộc vào rủi ro cháy	C.3
r _p	Hệ số suy giảm tổn thất do quy định chống cháy	C.3
R	Rủi ro	4.2
R _A	Thành phần rủi ro (tổn thương sinh vật – sét đánh vào kết cấu)	4.2.2
R _B	Thành phần rủi ro (thiệt hại vật lý cho một kết cấu – sét đánh vào kết cấu)	4.2.2
R _C	Thành phần rủi ro (hông học các hệ thống bên trong – sét đánh vào kết cấu)	4.2.2
R _M	Thành phần rủi ro (hông học các hệ thống bên trong – sét đánh gần kết cấu)	4.2.3
R _S	Trở kháng vỏ bọc trên mỗi đơn vị chiều dài cáp	Bảng B.8
R _T	Rủi ro cho phép	5.3; Bảng 4
R _U	Thành phần rủi ro (tổn thương sinh vật – sét đánh vào đường dây được nối)	4.2.4
R _V	Thành phần rủi ro (thiệt hại vật chất tới kết cấu – sét đánh vào đường dây được nối)	4.2.4
R _W	Thành phần rủi ro (hư hỏng hệ các hệ thống bên trong – sét đánh vào đường dây được nối)	4.2.4
R _X	Thành phần rủi ro đối với kết cấu	6.1
R _Z	Thành phần rủi ro (hư hỏng các hệ thống bên trong – sét đánh gần đường dây được nối) ..	4.2.5
R ₁	Rủi ro tổn thất về cuộc sống con người trong kết cấu	4.2.1
R ₂	Rủi ro tổn thất về dịch vụ công cộng trong kết cấu	4.2.1
R ₃	Rủi ro tổn thất về di sản văn hóa trong kết cấu	4.2.1
R ₄	Rủi ro tổn thất về giá trị kinh tế trong kết cấu	4.2.1
R' ₄	Rủi ro R ₄ khi áp dụng các biện pháp bảo vệ	Phụ lục D
S	Kết cấu	A.2.2
S _M	Tiền tiết kiệm hàng năm	Phụ lục D
S _L	Đoạn dây	6.8
S ₁	Nguồn thiệt hại – sét đánh vào kết cấu	4.1.1
S ₂	Nguồn thiệt hại – sét đánh gần kết cấu	4.1.1
S ₃	Nguồn thiệt hại – đánh vào đường dây	4.1.1

TCVN 9888-2:2013

S_4	Nguồn thiệt hại – sét đánh gần đường dây	4.1.1
t_e	Số giờ mỗi năm con người có mặt ở nơi nguy hiểm bên ngoài kết cấu	C.3
t_z	Số giờ mỗi năm con người có mặt ở nơi nguy hiểm	C.2
T_D	Số ngày có bão hàng năm	A.1
U_w	Điện áp chịu xung danh định của hệ thống	B.5
w_m	Chiều rộng mắt lưới	B.5
W	Chiều rộng kết cấu	A.2.1.1
W_J	Chiều rộng của kết cấu lân cận	A.2.5
X	Chỉ số dưới xác định thành phần rủi ro liên quan	6.1
Z_S	Vùng của một kết cấu	6.7

4 Giải thích các thuật ngữ

4.1 Thiệt hại và tổn thất

4.1.1 Nguồn thiệt hại

Dòng điện sét là nguồn gây thiệt hại chính. Các nguồn sau đây được phân biệt bởi điểm sét đánh (xem Bảng 1):

S1: sét đánh vào kết cấu,

S2: sét đánh gần kết cấu,

S3: sét đánh vào đường dây,

S4: sét đánh gần đường dây.

4.1.2 Kiểu thiệt hại

Sét đánh có thể gây thiệt hại phụ thuộc vào các đặc trưng của kết cấu cần bảo vệ. Một số đặc trưng quan trọng nhất là: loại công trình, các thứ bên trong và ứng dụng, loại dịch vụ và các biện pháp bảo vệ được trang bị.

Với các ứng dụng thực tiễn đánh giá rủi ro này, rất hữu ích để phân biệt giữa ba kiểu thiệt hại cơ bản có thể xuất hiện như hậu quả do sét đánh. Các kiểu thiệt hại gồm (xem Bảng 1):

D1: tổn thương sinh vật do điện giật,

D2: thiệt hại vật chất,

D3: hỏng các hệ thống điện và điện tử.

Thiệt hại của kết cấu do sét có thể được giới hạn ở một phần của kết cấu hoặc toàn bộ kết cấu. Thiệt hại cũng có thể liên quan đến các kết cấu xung quanh hoặc môi trường (ví dụ như phát thải hóa chất hoặc phóng xạ).

4.1.3 Kiểu tổn thất

Mỗi kiểu thiệt hại, một mình hoặc kết hợp với những kiểu khác, có thể tạo ra hậu quả tổn thất khác nhau trong kết cấu cần bảo vệ. Kiểu tổn thất có thể xuất hiện, phụ thuộc vào các đặc trưng của bản thân kết cấu và các thứ bên trong nó. Các kiểu tổn thất sau đây phải được tính đến (xem Bảng 1):

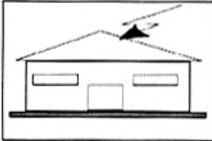
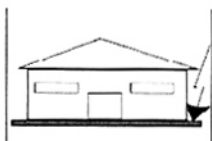
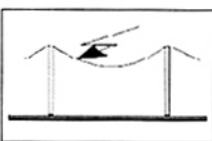
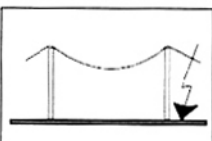
L1: tổn thất về sự sống của con người (bao gồm tổn thương vĩnh viễn);

L2: tổn thất về các dịch vụ công cộng;

L3: tổn thất về các di sản văn hóa;

L4: tổn thất về giá trị kinh tế (kết cấu, kiến trúc, và tổn thất về hoạt động).

Bảng 1 – Các nguồn thiệt hại, kiểu thiệt hại và kiểu tổn thất theo điểm sét đánh

Sét đánh		Kết cấu	
Điểm sét đánh	Nguồn thiệt hại	Kiểu thiệt hại	Kiểu tổn thất
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4

^a Chỉ đối với các tài sản ở nơi mà động vật có thể bị mất.
^b Chỉ đối với các kết cấu có rủi ro nổ và đối với các bệnh viện hoặc các kết cấu khác mà việc hỏng các hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

4.2 Rủi ro và các thành phần rủi ro

4.2.1 Rủi ro

Rủi ro, R, là giá trị tương đối của tổn thất trung bình có thể có hàng năm. Đối với mỗi kiểu tổn thất mà có thể xuất hiện trong một kết cấu, phải đánh giá rủi ro tương ứng.

Các rủi ro cần được đánh giá trong một kết cấu có thể là gồm:

R₁: rủi ro tổn thất về tính mạng con người (bao gồm tổn thương vĩnh viễn),

R₂: rủi ro tổn thất về dịch vụ công cộng,

R₃: rủi ro tổn thất về di sản văn hóa,

R₄: rủi ro tổn thất về giá trị kinh tế.

Để đánh giá các rủi ro, R, phải xác định và tính toán các thành phần rủi ro liên quan (các rủi ro riêng phần phụ thuộc vào nguồn thiệt hại và kiểu thiệt hại).

Mỗi rủi ro, R, là tổng các thành phần rủi ro. Khi tính rủi ro, các thành phần rủi ro có thể được tạo nhóm theo nguồn thiệt hại và kiểu thiệt hại.

4.2.2 Thành phần rủi ro đối với một kết cấu do sét đánh vào kết cấu

R_A: Thành phần liên quan đến tổn thương sinh vật do điện giật vì điện áp tiếp xúc và điện áp bước bên trong kết cấu và bên ngoài các khu vực rộng đến 3 m xung quanh dây dẫn sét xuống đất. Tổn thất kiểu L1, trong trường hợp các kết cấu nhốt gia súc, và tổn thất kiểu L4 cũng có thể phát sinh do có thể mất động vật.

CHÚ THÍCH: Trong các kết cấu đặc biệt, con người có thể bị đe dọa do sét đánh trực tiếp (ví dụ tầng cao nhất của bãi đỗ xe hoặc sân vận động). Các trường hợp này cũng có thể được xem xét sử dụng các nguyên tắc của tiêu chuẩn này.

R_B: Thành phần liên quan đến thiệt hại vật chất do phát tia lửa nguy hiểm bên trong kết cấu kích hoạt cháy hoặc nổ mà cũng có thể gây nguy hiểm cho môi trường. Tất cả các kiểu tổn thất (L1, L2, L3 và L4) đều có thể phát sinh.

R_C: Thành phần liên quan đến hư hỏng hệ thống bên trong do LEMP. Tổn thất kiểu L2 và L4 có thể xảy ra trong tất cả các trường hợp cùng với kiểu L1 trong trường hợp các kết cấu có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các kết cấu khác mà hỏng hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

4.2.3 Thành phần rủi ro đối với một kết cấu do sét đánh gần kết cấu

R_M: Thành phần liên quan đến hỏng các hệ thống bên trong do LEMP. Tổn thất L2 và L4 có thể xảy ra trong tất cả các trường hợp cùng với kiểu L1 trong trường hợp các kết cấu có rủi ro nổ, và

các bệnh viện hoặc các kết cấu khác mà hỏng của hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

4.2.4 Thành phần rủi ro đối với một kết cấu do chùm sét đánh vào đường dây nối với kết cấu

- R_U:** Thành phần liên quan đến tổn thương sinh vật do điện giật khi tiếp xúc với điện áp bên trong kết cấu. Tổn thất kiểu L1, trong trường hợp các thuộc tính nông nghiệp, các tổn thất kiểu L4 cũng có thể xảy ra tổn thất có thể về động vật.
- R_V:** Thành phần liên quan đến thiệt hại vật chất (cháy, nổ bị kích hoạt do nguy hiểm phát tia lửa giữa các bộ phận kim loại và việc lắp đặt bên ngoài, thường tại điểm đầu vào của đường dây đưa vào kết cấu) do dòng sét truyền qua hoặc dọc theo các đường dây vào. Tất cả các kiểu tổn thất (L1, L2, L3, L4) có thể xảy ra.
- R_W:** Thành phần liên quan đến hỏng các hệ thống bên trong do quá điện áp cảm ứng trên các đường dây đi vào và được truyền tới kết cấu. Tổn thất kiểu L2 và L4 có thể xảy ra trong tất cả các trường hợp, cùng với kiểu L1 trong trường hợp kết cấu có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các kết cấu khác, nơi mà hư hỏng của hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

CHÚ THÍCH 1: Các đường dây được tính đến trong đánh giá này chỉ là các đường dây đi vào kết cấu.

CHÚ THÍCH 2: Chùm sét tới hoặc gần các đường ống không được coi là nguồn thiệt hại dựa vào liên kết giữa các đường ống đến thanh liên kết đẳng thế. Nếu không có thanh liên kết đẳng thế, cũng nên xét đến mối đe dọa này.

4.2.5 Thành phần rủi ro đối với một kết cấu do chùm sét đánh gần đường dây nối với kết cấu

- R_Z:** Thành phần liên quan đến hư hỏng của hệ thống bên trong do quá áp cảm ứng trên các đường dây đầu vào và truyền tới kết cấu. Tổn thất kiểu L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp, cùng với kiểu L1 trong trường hợp kết cấu có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các kết cấu khác, nơi mà khi hỏng hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

CHÚ THÍCH 1: Các đường dây được tính đến trong đánh giá này chỉ là các đường dây đi vào kết cấu.

CHÚ THÍCH 2: Chùm sét tới hoặc gần các đường ống không được coi là nguồn thiệt hại dựa vào liên kết giữa các đường ống đến thanh liên kết đẳng thế. Nếu không có thanh liên kết đẳng thế, cũng nên xét đến mối đe dọa này.

4.3 Kết cấu của các thành phần rủi ro

Các thành phần rủi ro được xem xét cho mỗi kiểu tổn thất trong một kết cấu được liệt kê dưới đây:

R₁: Rủi ro của tổn thất về cuộc sống con người:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^{1)} + R_{M1}^{1)} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^{1)} + R_{Z1}^{1)} \quad (1)$$

¹⁾ Chỉ với các kết cấu có rủi ro nổ và với các bệnh viện có thiết bị điện cứu sinh hoặc các kết cấu khác khi hỏng các hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

TCVN 9888-2:2013

R₂: Rủi ro của tổn thất về dịch vụ công cộng:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (2)$$

R₃: Rủi ro của tổn thất về di sản văn hóa:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3)$$

R₄: Rủi ro của tổn thất về giá trị kinh tế:

$$R_4 = R_{A4}^{2)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^{2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

²⁾ Chỉ với các thuộc tính mà động vật có thể bị tổn thất.

Các thành phần rủi ro tương ứng với mỗi kiểu tổn thất cũng được kết hợp trong Bảng 2.

Bảng 2 – Các thành phần rủi ro được xem xét đối với mỗi kiểu tổn thất trong một kết cấu

Nguồn thiệt hại	Sét tới kết cấu			Sét đánh gần kết cấu	Sét đánh vào đường dây nối với kết cấu			Sét đánh gần đường dây nối với kết cấu
	S1			S2	S3			S4
Thành phần rủi ro	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Rủi ro đối với mỗi kiểu tổn thất								
R ₁	*	*	*a	*a	*	*	*a	*a
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	*b	*	*	*	*b	*	*	*

^a Chỉ với các kết cấu có rủi ro nổ, và với các bệnh viện hoặc các kết cấu khác mà việc hỏng các hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.

^b Chỉ với các tài sản mà động vật có thể bị mất.

Các đặc trưng của kết cấu và của các biện pháp bảo vệ có thể ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro với một kết cấu được đưa ra trong Bảng 3.

Bảng 3 – Các yếu tố ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro

Các đặc trưng của kết cấu hoặc hệ thống bên trong Các biện pháp bảo vệ	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Diện tích thu	X	X	X	X	X	X	X	X
Điện trở suất của đất bề mặt	X							
Điện trở suất của sàn	X				X			
Hạn chế về vật lý, vật liệu cách điện, thông báo cảnh báo, thiết bị đẳng thế đất	X				X			
LPS	X	X	X	X ^a	X ^b	X ^b		
SPD liên kết	X	X			X	X		
Giao điện cách ly			X ^c	X ^c	X	X	X	X
Hệ thống SPD phối hợp			X	X			X	X
Màn chắn không gian			X	X				
Bọc kim loại đường dây bên ngoài					X	X	X	X
Bọc kim loại đường dây bên trong			X	X				
Các biện pháp phòng ngừa cho tuyến đường dây			X	X				
Mạng liên kết			X					
Các biện pháp phòng cháy		X				X		
Độ nhạy cháy		X				X		
Nguy cơ đặc biệt		X				X		
Điện áp chịu xung			X	X	X	X	X	X

^a Chỉ đối với LPS bên ngoài dạng lưới.
^b Do liên kết đẳng thế.
^c Chỉ khi chúng thuộc về thiết bị.

5 Quản lý rủi ro

5.1 Quy trình cơ bản

Áp dụng quy trình sau:

- nhận biết các kết cấu cần bảo vệ và đặc trưng của nó;
- nhận biết tất cả các kiểu tổn thất trong kết cấu và rủi ro liên quan R (R₁ đến R₄);
- đánh giá rủi ro R cho mỗi kiểu tổn thất từ R₁ đến R₄;
- đánh giá nhu cầu bảo vệ, bằng cách so sánh rủi ro R₁, R₂ và R₃ với rủi ro có thể chấp nhận được R_T;

TCVN 9888-2:2013

- đánh giá hiệu quả về chi phí bảo vệ bằng cách so sánh các chi phí của toàn bộ tổn thất có và không có biện pháp bảo vệ. Trong trường hợp này, việc đánh giá các thành phần rủi ro R_4 phải được thực hiện để đánh giá các chi phí này (xem Phụ lục D).

5.2 Kết cấu cần xét đến khi đánh giá rủi ro

Kết cấu cần xét đến bao gồm:

- bản thân kết cấu;
- hệ thống lắp đặt bên trong kết cấu;
- các thứ bên trong của kết cấu;
- người bên trong kết cấu hoặc trong các khu vực xung quanh đến 3 m bên ngoài kết cấu;
- môi trường bị ảnh hưởng bởi thiệt hại tới kết cấu.

Bảo vệ không bao gồm các đường dây được nối bên ngoài kết cấu.

CHÚ THÍCH: Kết cấu cần xét đến có thể được chia thành nhiều khu vực (xem 6.7).

5.3 Rủi ro cho phép R_T

Tổ chức có thẩm quyền có trách nhiệm đánh giá để xác định giá trị của rủi ro cho phép.

Giá trị đại diện của rủi ro cho phép R_T , trong trường hợp chùn sét liên quan đến tổn thất cuộc sống con người hoặc tổn thất các giá trị xã hội, văn hóa, được nêu trong Bảng 4.

Bảng 4 – Các giá trị đại diện của rủi ro cho phép R_T

	Các kiểu tổn thất	R_T (y^{-1})
L1	Tổn thất đến cuộc sống con người hoặc các tổn thương vĩnh viễn	10^{-5}
L2	Tổn thất về dịch vụ công cộng	10^{-3}
L3	Tổn thất về di sản văn hóa	10^{-4}

Về nguyên tắc, với tổn thất về giá trị kinh tế (L4), lộ trình cần tuân thủ là so sánh về chi phí/lợi ích cho trong Phụ lục D. Nếu không có sẵn dữ liệu cho phân tích này, có thể sử dụng giá trị đại diện của rủi ro cho phép $R_T = 10^{-3}$.

5.4 Quy trình cụ thể để đánh giá nhu cầu bảo vệ

Theo TCVN 9888-1 (IEC 62305-1), các rủi ro R_1 , R_2 và R_3 phải được xét đến khi đánh giá nhu cầu bảo vệ chống sét.

Với mỗi rủi ro được xem xét, thực hiện các bước sau đây:

- nhận biết các thành phần R_x tạo nên rủi ro;
- tính các thành phần rủi ro để nhận biết R_x ;

- tính tổng rủi ro R (xem 4.3);
- nhận biết rủi ro cho phép R_T ;
- so sánh rủi ro R với giá trị cho phép R_T .

Khi $R \leq R_T$, không cần bảo vệ chống sét.

Khi $R > R_T$, áp dụng các biện pháp bảo vệ nhằm giảm $R \leq R_T$ cho tất cả các rủi ro đối với mỗi kết cấu phải chịu.

Quy trình đánh giá nhu cầu bảo vệ được đưa ra trên Hình 1.

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp không thể giảm rủi ro tới mức cho phép thì chủ sở hữu tại chỗ phải được thông báo và cung cấp mức bảo vệ cao nhất cho việc lắp đặt.

CHÚ THÍCH 2: Trường hợp cơ quan có thẩm quyền yêu cầu có bảo vệ chống sét cho các kết cấu có rủi ro nổ thì tối thiểu cần áp dụng hệ thống LPS cấp II. Trường hợp ngoại lệ không sử dụng mức bảo vệ chống sét cấp II thì phải có luận chứng kỹ thuật và phải được cơ quan có thẩm quyền cho phép. Ví dụ: cho phép sử dụng mức bảo vệ chống sét cấp I trong tất cả các trường hợp, đặc biệt trong các trường hợp mà tại đó môi trường hoặc các thứ bên trong kết cấu đặc biệt nhạy với tác động của sét. Ngoài ra, các cơ quan có thẩm quyền có thể lựa chọn cho phép hệ thống bảo vệ chống sét cấp III khi hoạt động của sét không thường xuyên và/hoặc độ không nhạy của các thứ trong kết cấu đảm bảo việc này.

CHÚ THÍCH 3: Khi các thiệt hại của một kết cấu do sét cũng có thể liên quan đến các kết cấu và môi trường xung quanh (ví dụ như phát thải hóa chất hoặc phóng xạ), các biện pháp bảo vệ bổ sung cho kết cấu và các biện pháp thích hợp cho các khu vực này có thể được tổ chức có thẩm quyền yêu cầu.

5.5 Quy trình đánh giá hiệu quả về chi phí của việc bảo vệ

Bên cạnh sự cần thiết bảo vệ chống sét của một kết cấu, cũng có thể hữu ích để xác định những lợi ích kinh tế của các biện pháp bảo vệ đang lắp đặt nhằm giảm tổn thất kinh tế L4.

Đánh giá các thành phần rủi ro R_4 cho phép người sử dụng đánh giá chi phí tổn thất kinh tế có và không áp dụng các biện pháp bảo vệ (xem Phụ lục D).

Quy trình để xác định hiệu quả về chi phí bảo vệ yêu cầu:

- nhận biết các thành phần R_x tạo nên rủi ro R_4 ;
- tính các thành phần rủi ro được nhận biết R_x khi không có biện pháp bảo vệ mới/bổ sung;
- tính chi phí tổn thất hàng năm do mỗi thành phần rủi ro R_x gây ra;
- tính chi phí C_L hàng năm của tổng tổn thất trong trường hợp không có các biện pháp bảo vệ;
- áp dụng các biện pháp bảo vệ được lựa chọn;
- tính các thành phần rủi ro R_x với các biện pháp bảo vệ được chọn hiện thời;

TCVN 9888-2:2013

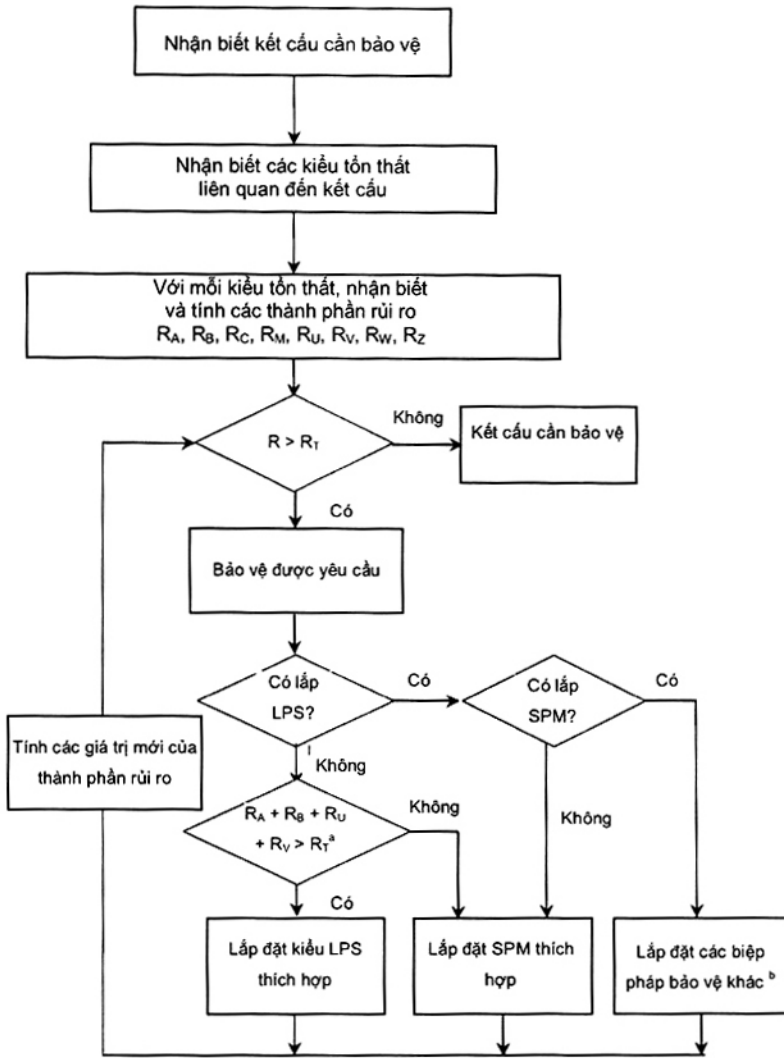
- tính chi phí tổn thất hàng năm do áp dụng biện pháp bảo vệ đối với mỗi thành phần rủi ro R_x trong kết cấu được bảo vệ;
- tính tổng chi phí C_{RL} hàng năm của tổn thất khi đã có biện pháp bảo vệ được chọn;
- tính chi phí C_{PM} hàng năm của biện pháp bảo vệ được chọn;
- so sánh các chi phí.

Nếu $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, chống sét có thể coi là không hiệu quả về chi phí.

Nếu $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, biện pháp bảo vệ có thể chứng minh tiết kiệm chi phí theo tuổi thọ của kết cấu.

Quy trình đánh giá hiệu quả về chi phí của việc bảo vệ được phác họa trên Hình 2.

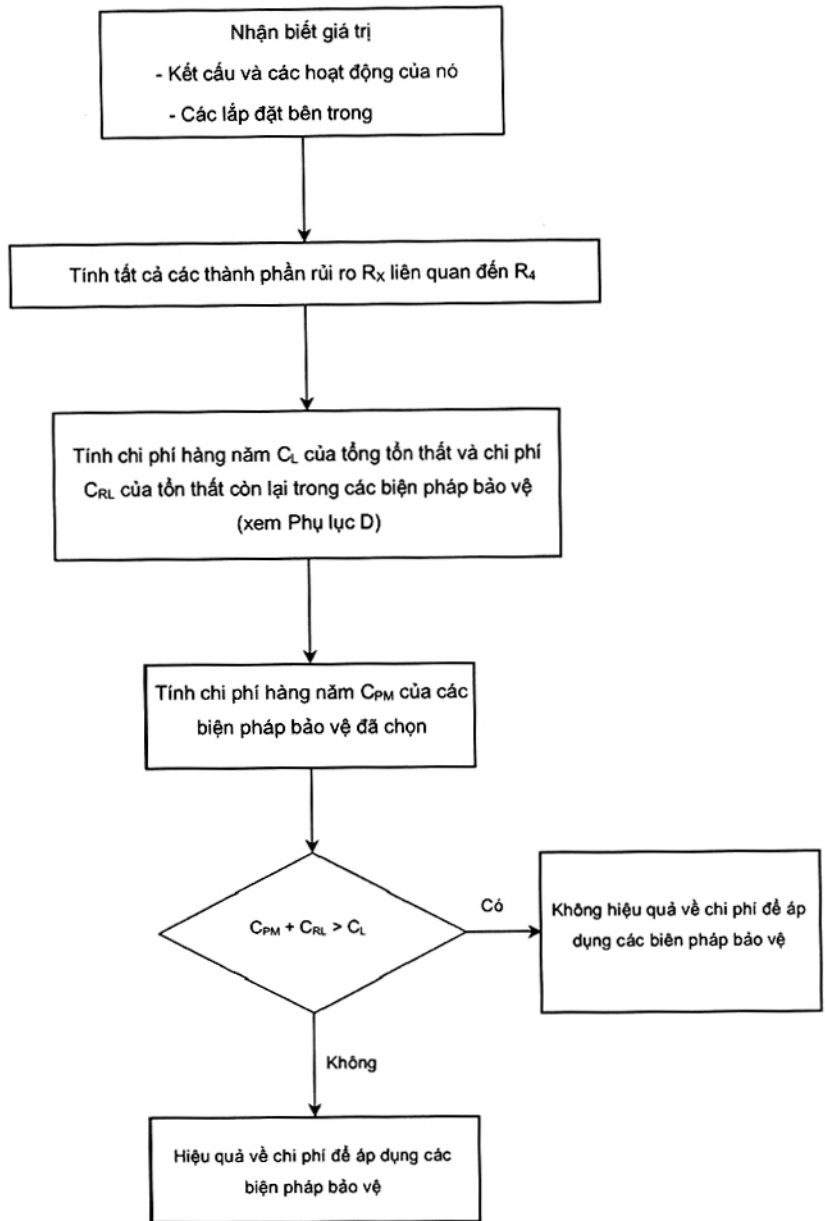
Có thể hữu ích nếu đánh giá một số biến thể kết hợp các biện pháp bảo vệ để tìm giải pháp tối ưu về hiệu quả chi phí.



^a Khi $R_A + R_B < R_T$, không cần một LPS hoàn chỉnh; trong trường hợp này, các SPD phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) là đủ.

^b Xem Bảng 3.

Hình 1 – Quy trình quyết định nhu cầu bảo vệ và lựa chọn các biện pháp bảo vệ



Hình 2 – Quy trình để đánh giá các hiệu quả về chi phí của các biện pháp bảo vệ

5.6 Các biện pháp bảo vệ

Các biện pháp bảo vệ trực tiếp giảm thiểu rủi ro theo kiểu thiết hại.

Các biện pháp bảo vệ được coi là hiệu quả chỉ khi chúng phù hợp với các yêu cầu của các tiêu chuẩn tương ứng sau đây:

- TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) đối với bảo vệ chống tổn thương sinh vật và thiệt hại vật chất trong một kết cấu;
- TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) đối với bảo vệ chống hỏng các hệ thống điện và điện tử.

5.7 Lựa chọn các biện pháp bảo vệ

Việc lựa chọn các biện pháp bảo vệ thích hợp nhất được thực hiện bởi nhà thiết kế theo sự góp phần của mỗi thành phần rủi ro trong tổng rủi ro R và theo các khía cạnh kỹ thuật và kinh tế của các biện pháp bảo vệ khác nhau.

Thông số quan trọng phải được nhận biết để xác định biện pháp hiệu quả hơn nhằm giảm rủi ro R.

Với mỗi kiểu tổn thất, có một số biện pháp bảo vệ, tách rời hoặc kết hợp, thực hiện điều kiện $R \leq R_T$. Giải pháp được thông qua sẽ được lựa chọn có tính đến các khía cạnh kỹ thuật và kinh tế. Một qui trình đơn giản để lựa chọn các biện pháp bảo vệ được đưa ra trong sơ đồ Hình 1. Trong mọi trường hợp, người cài đặt hoặc người lập kế hoạch cần xác định các thành phần rủi ro quan trọng nhất và giảm thiểu chúng, cũng có tính đến các khía cạnh kinh tế.

6 Đánh giá các thành phần rủi ro

6.1 Công thức cơ bản

Mỗi thành phần rủi ro R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W và R_Z , như mô tả trong 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 và 4.2.5 có thể được biểu diễn bằng công thức tổng quát sau:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (5)$$

trong đó:

N_x là số lượng trường hợp nguy hiểm hàng năm (xem Phụ lục A);

P_x là xác suất thiệt hại tới một kết cấu (xem Phụ lục B);

L_x là hậu quả tổn thất (xem Phụ lục C).

Số lượng trường hợp nguy hiểm N_x chịu ảnh hưởng do mật độ chòm sét xuống đất (N_G) và các đặc tính vật lý của kết cấu cần bảo vệ, môi trường xung quanh, các đường dây được nối và đất.

Xác suất thiệt hại P_x chịu ảnh hưởng bởi các đặc trưng của kết cấu cần bảo vệ, các đường dây được nối và các biện pháp bảo vệ được cung cấp.

Hậu quả tổn thất L_x chịu ảnh hưởng bởi việc sử dụng mà kết cấu chỉ định, sự góp mặt của con người, loại dịch vụ công cộng được cung cấp, giá trị hàng hóa bị ảnh hưởng bởi thiệt hại và các biện pháp được cung cấp để hạn chế tổng tổn thất.

TCVN 9888-2:2013

CHÚ THÍCH: Khi thiệt hại tới một kết cấu do sét cũng có thể liên quan đến các kết cấu hoặc môi trường xung quanh (như phát thải phóng xạ hoặc hóa chất), hậu quả tổn thất cần thêm vào giá trị của L_x .

6.2 Đánh giá các thành phần rủi ro do chùm sét tới kết cấu (S1)

Để đánh giá các thành phần rủi ro liên quan đến chùm sét tới kết cấu, áp dụng mối tương quan sau:

- thành phần liên quan đến tổn thương sinh vật do điện giật (D1)

$$R_A = N_D \times P_X \times L_A \quad (6)$$

- thành phần liên quan đến thiệt hại vật chất (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (7)$$

- thành phần liên quan đến hỏng các hệ thống bên trong (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (8)$$

Các thông số để đánh giá các thành phần rủi ro này được nêu trong Bảng 5.

6.3 Đánh giá thành phần rủi ro do chùm sét đánh gần kết cấu (S2)

Để đánh giá thành phần rủi ro liên quan đến chùm sét đánh gần kết cấu, áp dụng mối tương quan sau:

- thành phần liên quan đến hỏng các hệ thống bên trong (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (9)$$

Các thông số để đánh giá các thành phần rủi ro này được đưa ra trong Bảng 5.

6.4 Đánh giá thành phần rủi ro do chùm sét đánh vào đường dây nối với kết cấu (S3)

Để đánh giá thành phần rủi ro liên quan đến chùm sét đánh vào đường dây đi vào kết cấu, áp dụng mối tương quan sau:

- thành phần liên quan đến tổn thương sinh vật do điện giật (D1)

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \quad (10)$$

- thành phần liên quan đến thiệt hại vật chất (D2)

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (11)$$

- thành phần liên quan đến hư hỏng các hệ thống bên trong (D3)

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (12)$$

CHÚ THÍCH 1: Trong nhiều trường hợp chi phép bỏ qua N_{DJ} .

Các thông số để đánh giá các thành phần rủi ro này được nêu trong Bảng 5.

Khi đường dây có nhiều đoạn (xem 6.8), các giá trị R_U , R_V và R_W là tổng của các giá trị R_U , R_V và R_W có liên quan đến mỗi đoạn dây. Các đoạn dây được xem như là những đoạn nối giữa kết cấu và nút đầu tiên.

Trong trường hợp một kết cấu có nhiều đường dây được nối theo tuyến khác nhau, các tính toán được thực hiện cho mỗi đường dây.

Trong trường hợp của một kết cấu có nhiều đường dây được nối với các tuyến giống nhau, các tính toán chỉ được thực hiện cho đường dây có đặc trưng kém nhất, tức là đường dây có các giá trị N_L và N_I cao nhất được nối với hệ thống bên trong có giá trị U_W thấp nhất (đường dây viễn thông so với đường dây điện, đường dây trần do với đường dây có vỏ bọc, đường dây điện hạ áp so với đường dây điện cao áp có biến áp HV/LV, v.v...)

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp các đường dây có diện tích thu nhận chòem lên nhau, diện tích chòem lên này chỉ được xét đến một lần.

6.5 Đánh giá thành phần rủi ro do chòem sét đánh gần đường dây nối với kết cấu (S4)

Để đánh giá thành phần rủi ro liên quan đến chòem sét đánh gần đường dây nối với kết cấu, áp dụng mối tương quan sau:

- thành phần liên quan đến hồng hệ thống bên trong (D3)

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (13)$$

Các thông số để đánh giá các thành phần rủi ro này được nêu trong Bảng 5.

Khi đường dây có nhiều đoạn (xem 6.8), giá trị R_Z là tổng của các thành phần R_Z liên quan đến mỗi đoạn dây. Các đoạn dây được coi là những đoạn nối giữa kết cấu và nút đầu tiên.

Bảng 5 – Các thông số liên quan đến đánh giá các thành phần rủi ro

Ký hiệu	Tên gọi	Giá trị theo điều
Số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do chùm sét		
N_D	- tới kết cấu	A.2
N_M	- gần kết cấu	A.3
N_L	- tới đường dây đi vào kết cấu	A.4
N_I	- gần đường dây đi vào kết cấu	A.5
$N_{D,J}$	- tới kết cấu lân cận (xem Hình A.5)	A.2
Khả năng chùm sét tới kết cấu sẽ gây ra		
P_A	- tổn thương sinh vật do điện giật	B.2
P_B	- thiệt hại vật chất	B.3
P_C	- hỏng các hệ thống bên trong	B.4
Khả năng chùm sét đánh gần kết cấu sẽ gây ra		
P_M	- hỏng các hệ thống bên trong	B.5
Khả năng chùm sét đánh vào đường dây sẽ gây ra		
P_U	- tổn thương sinh vật do điện giật	B.6
P_V	- thiệt hại vật chất	B.7
P_W	- hỏng các hệ thống bên trong	B.8
Khả năng chùm sét đánh gần đường dây sẽ gây ra		
P_Z	- hỏng các hệ thống bên trong	B.9
Tổn thất do		
$L_A = L_U$	- tổn thương sinh vật do điện giật	C.3
$L_B = L_V$	- thiệt hại vật chất	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	- hỏng các hệ thống bên trong	C.3, C.4, C.6

Trong trường hợp một kết cấu có nhiều đường dây nối theo các tuyến khác nhau, các tính toán sẽ được thực hiện cho mỗi đường dây.

Trong trường hợp một kết cấu có nhiều đường dây nối cùng một tuyến, các tính toán chỉ thực hiện cho đường dây có đặc trưng kém nhất, nghĩa là đường dây có các giá trị N_L và N_I cao nhất được nối tới hệ thống bên trong có giá trị U_w thấp nhất (đường dây viễn thông so với đường dây điện, đường dây trần so với đường dây có vỏ bọc, đường dây điện hạ áp so với đường dây điện cao áp có biến áp HV/LV, v.v...)

6.6 Tổng hợp các thành phần rủi ro

Các thành phần rủi ro đối với các kết cấu được tổng hợp trong Bảng 6 theo các kiểu thiệt hại khác nhau và theo các nguồn thiệt hại khác nhau

Bảng 6 – Các thành phần rủi ro đối với các kiểu thiết hại và nguồn thiết hại khác nhau

Thiết hại	Nguồn thiết hại			
	S1 Sét tới kết cấu	S2 Sét đánh gần kết cấu	S3 Sét đánh vào đường dây đi vào	S4 Sét đánh gần đường dây đi vào
D1 Tổn thương sinh vật do điện giật	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$	
D2 Thiết hại vật chất	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$	
D3 Hỏng các hệ thống điện và điện tử	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_i \times P_Z \times L_Z$

Nếu kết cấu được phân chia theo các khu vực Z_S (xem 6.7), mỗi thành phần rủi ro phải được đánh giá cho mỗi khu vực Z_S .

Tổng các rủi ro R của kết cấu là tổng các thành phần rủi ro liên quan đến các khu vực Z_S cấu thành kết cấu.

6.7 Phân vùng kết cấu theo các khu vực Z_S

Để đánh giá mỗi thành phần rủi ro, một kết cấu có thể được chia thành các khu vực Z_S , mỗi khu vực có các đặc trưng đồng nhất. Tuy nhiên, một kết cấu có thể là hoặc được cho là một khu vực đơn.

Các khu vực Z_S được định nghĩa chủ yếu theo:

- loại đất hoặc sàn (các thành phần rủi ro R_A và R_U);
- các khoang chống cháy (các thành phần rủi ro R_B và R_V);
- các vỏ không gian (các thành phần rủi ro R_C và R_M).

Ngoài ra, các khu vực cũng có thể được định nghĩa theo

- kiến trúc các hệ thống bên trong (các thành phần rủi ro R_C và R_M),
- các biện pháp bảo vệ hiện có hoặc được trang bị (tất cả các thành phần rủi ro),
- các giá trị tổn thất L_x (tất cả các thành phần rủi ro).

Phân vùng kết cấu trong các khu vực Z_S phải tính đến tính khả thi của việc thực hiện các biện pháp bảo vệ thích hợp nhất.

CHÚ THÍCH: Các khu vực Z_S theo tiêu chuẩn này có thể là LPZ theo TCVN 9888-4 (IEC 62305-4). Tuy nhiên chúng cũng có thể khác với LPZ.

6.8 Phân chia các đường dây thành các phân đoạn S_L

Để đánh giá các thành phần rủi ro do sét đánh tới hoặc gần một đường dây, đường dây cũng có thể được chia thành các phân đoạn S_L . Tuy nhiên, một đường dây có thể là hoặc có thể được coi là một đoạn đơn.

Đối với tất cả các thành phần rủi ro, các phân đoạn S_L được định nghĩa chủ yếu theo

- loại đường dây (trên không hay chôn ngầm),
- các yếu tố ảnh hưởng đến các diện tích thu nhận (C_D , C_E , C_T),
- các đặc trưng của đường dây (chắn nhiều hay không chắn nhiều, trở kháng chắn nhiều).

Nếu tồn tại nhiều giá trị thông số trên một phân đoạn thì giá trị dẫn tới rủi ro cao nhất được xem xét.

6.9 Đánh giá các thành phần rủi ro trong một kết cấu có các khu vực Z_s

6.9.1 Tiêu chuẩn chung

Để đánh giá các thành phần rủi ro và lựa chọn các thông số liên quan tham gia vào, áp dụng các quy tắc sau:

- các thông số liên quan đến số lượng trường hợp nguy hiểm N phải được đánh giá theo Phụ lục A;
- các thông số liên quan đến xác suất thiệt hại P phải được đánh giá theo Phụ lục B.

Ngoài ra:

- đối với các thành phần R_A , R_B , R_U , R_V , R_W và R_Z , chỉ có một giá trị được cố định cho mỗi khu vực đối với mỗi tham số tham gia. Trong trường hợp có thể áp dụng nhiều giá trị thì chọn giá trị cao nhất.
- đối với các thành phần R_C và R_M , nếu trong một khu vực có nhiều hệ thống bên trong, các giá trị P_C và P_M được đưa ra bởi công thức:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (14)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (15)$$

Trong đó P_{Ci} và P_{Mi} là các thông số liên quan đến hệ thống bên trong $i = 1, 2, 3, \dots$

- các thông số liên quan đến tổng tổn thất L được đánh giá theo Phụ lục C.

Ngoại trừ đối với P_C và P_M , nếu trong một khu vực có nhiều thông số khác nhau bất kỳ tồn tại thì giá trị của thông số dẫn đến rủi ro cao nhất được xem xét.

6.9.2 Kết cấu khu vực đơn

Trong trường hợp xác định được chỉ một khu vực Z_s hình thành toàn bộ kết cấu thì rủi ro R là tổng các thành phần rủi ro R_x trong khu vực này.

Xác định kết cấu có một khu vực đơn có thể dẫn đến các biện pháp bảo vệ tốn kém vì mỗi biện pháp phải mở rộng cho toàn bộ kết cấu

6.9.3 Kết cấu nhiều khu vực

Trong trường hợp này, kết cấu được chia thành nhiều khu vực Z_s . Rủi ro với kết cấu là tổng các rủi ro liên quan đến tất cả các khu vực của kết cấu, trong từng khu vực, rủi ro là tổng của tất cả các thành phần rủi ro liên quan trong khu vực.

Chia một kết cấu thành các khu vực cho phép nhà thiết kế tính đến các đặc trưng của từng phần kết cấu khi đánh giá các thành phần rủi ro và lựa chọn các biện pháp bảo vệ thích hợp nhất khu vực điều chỉnh theo khu vực, giảm chi phí tổng thể của bảo vệ chống sét.

6.10 Phân tích chi phí-lợi ích đối với tổn thất kinh tế (L_4)

Cần hoặc không cần xác định bảo vệ để giảm thiểu các rủi ro R_1 , R_2 và R_3 , rất hữu ích để đánh giá biện chứng kinh tế khi áp dụng các biện pháp bảo vệ để giảm rủi ro tổn thất kinh tế R_4 .

Các mục mà việc đánh giá rủi ro R_4 phải thực hiện được xác định theo

- kết cấu tổng thể,
- một phần của kết cấu,
- lắp đặt bên trong,
- một phần của một lắp đặt bên trong,
- một bộ phận của thiết bị,
- kiến trúc bên trong kết cấu.

Chi phí tổn thất, chi phí của các biện pháp bảo vệ và tiết kiệm có thể được đánh giá theo Phụ lục D. Có thể sử dụng $R_T = 10^{-3}$, nếu dữ liệu cho phân tích này không có sẵn giá trị đại diện cho rủi ro cho phép.

Phụ lục A

(tham khảo)

Đánh giá số lượng các trường hợp nguy hiểm hàng năm

A.1 Qui định chung

Số lượng các trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm N do sét gây ảnh hưởng đến kết cấu cần bảo vệ phụ thuộc vào hoạt động bão của khu vực nơi đặt kết cấu và vào đặc trưng vật lý của kết cấu. Để tính toán số lượng N , cần nhân mật độ sét xuống đất N_G với diện tích thu nhận tương đương của kết cấu, có tính đến các hệ số hiệu chỉnh cho các đặc trưng vật lý của kết cấu.

Mật độ sét đánh xuống đất N_G là số các chùm sét trên một km^2 mỗi năm. Giá trị này có sẵn từ các mạng lưới định vị sét xuống đất ở nhiều khu vực trên thế giới.

CHÚ THÍCH: Nếu không có sẵn bản đồ N_G , ở vùng ôn đới có thể ước tính theo:

$$N_G \approx 0,1 T_D \quad (\text{A.1})$$

Trong đó T_D là những ngày có bão hàng năm (mà có thể thu được từ bản đồ cường độ hoạt động của bão Isokeraunic).

Các trường hợp có thể coi là nguy hiểm cho một kết cấu cần bảo vệ là

- tới kết cấu,
- gần kết cấu,
- tới đường dây đi vào kết cấu,
- gần đường dây đi vào kết cấu,
- tới kết cấu khác mà đường dây được nối.

A.2 Đánh giá số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm N_D do sét tới kết cấu và N_{DJ} tới kết cấu lân cận

A.2.1 Xác định diện tích thu nhận A_D

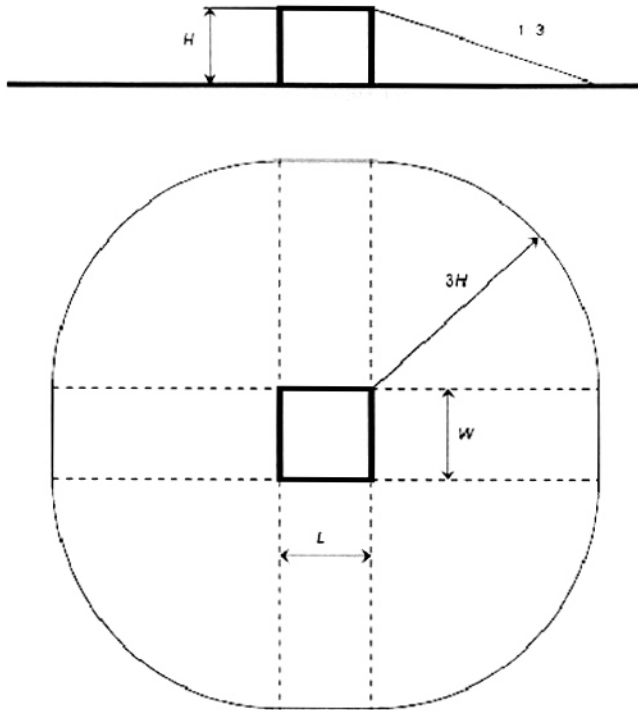
Đối với các kết cấu được cách ly trên đất phẳng, diện tích thu nhận A_D là diện tích được xác định bởi giao tuyến giữa mặt đất và đường thẳng có độ dốc 1/3 đi từ phần trên của kết cấu (điểm tiếp xúc với kết cấu) và quay xung quanh kết cấu. Xác định giá trị A_D có thể thực hiện bằng đồ họa hoặc toán học.

A.2.1.1 Kết cấu hình chữ nhật

Đối với kết cấu hình chữ nhật được cách ly có chiều dài L , chiều rộng W và chiều cao H so với mặt đất, diện tích thu nhận như sau:

$$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2 \quad (\text{A.2})$$

Trong đó L , W và H được tính bằng mét (xem Hình A.1).



Hình A.1 – Diện tích thu nhận A_D của kết cấu được cách ly

A.2.1.2 Kết cấu có hình dạng phức tạp

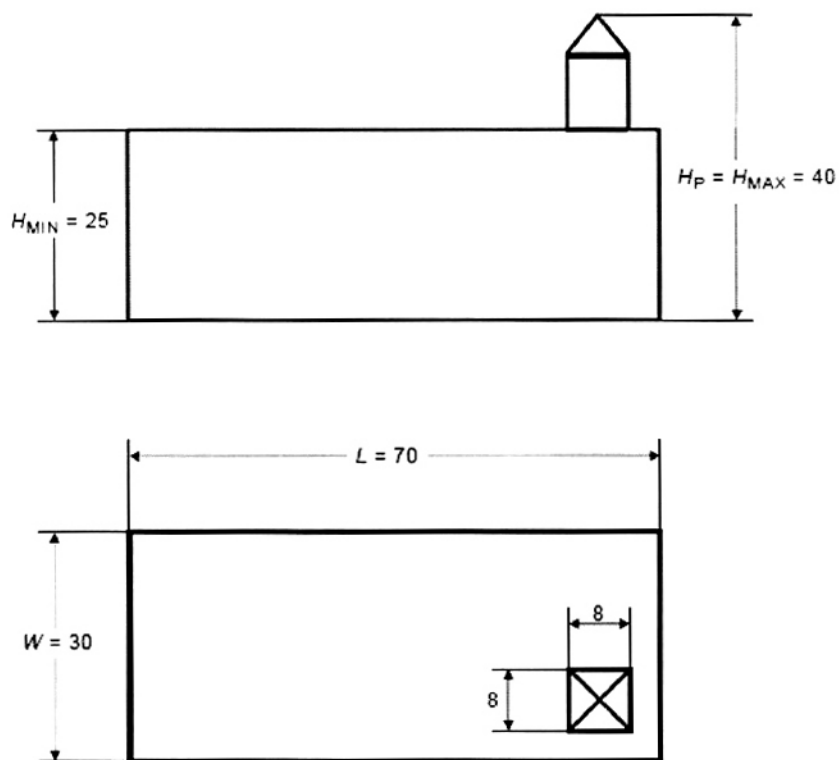
Nếu kết cấu có hình dáng phức tạp như các phần nhô ra trên mái được nâng cao (xem Hình A.2), sử dụng phương pháp đồ họa để đánh giá A_D (xem Hình A.3).

Giá trị diện tích thu nhận xấp xỉ chấp nhận được sẽ lớn hơn ở giữa diện tích thu nhận $A_{D\text{MIN}}$ được đánh giá theo công thức (A.2) có tính đến chiều cao tối thiểu H_{min} của kết cấu, và diện tích thu nhận đặc trưng cho phần nhô ra của mái nhà được nâng cao A_D' . A_D' có thể được tính bằng:

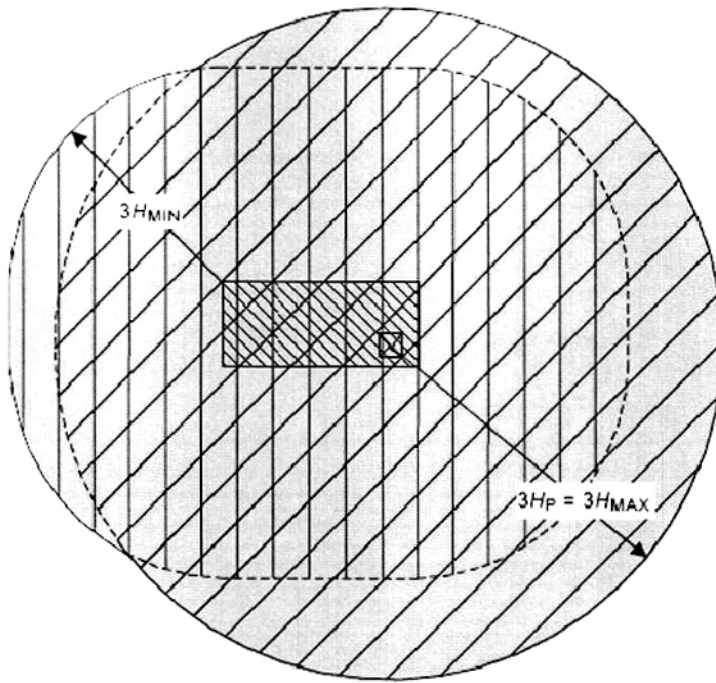
$$A_D' = \pi \times (3 \times H_P)^2 \quad (\text{A.3})$$




Trong đó H_P là chiều cao của phần nhô ra.

Kích thước tính bằng mét



Hình A.2 – Kết cấu có hình dạng phức tạp



- $A_{D_{MIN}}$  Kết cấu hình chữ nhật có $H = H_{MIN}$ công thức (A.2)
- A'_D  Phần nhô ra có $H = H_P = H_{MAX}$ công thức (A.3)
- A_D  Diện tích thu nhận được xác định bằng phương pháp đồ họa

Hình A.3 – Các biện pháp khác nhau để xác định diện tích thu nhận đối với kết cấu cho trước

A.2.2 Kết cấu như một phần của tòa nhà

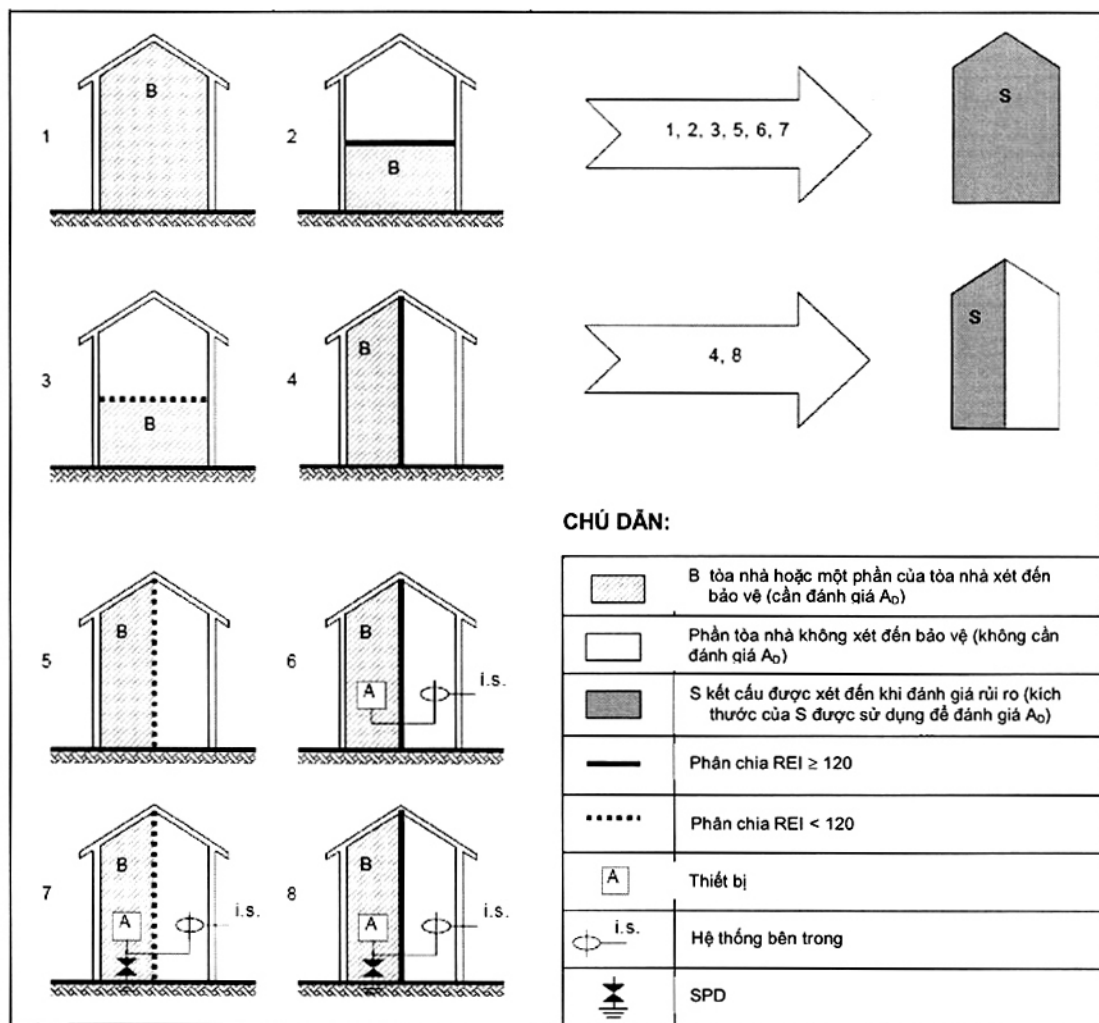
Trong trường hợp kết cấu S cần xét chỉ là một phần của tòa nhà B, kích thước của kết cấu S có thể được sử dụng khi đánh giá A_D với điều kiện đáp ứng các điều kiện sau (xem Hình A.4):

- kết cấu S là phần thẳng đứng tách rời của tòa nhà B;
- tòa nhà B không có rui ro nỏ;
- lan truyền lửa giữa kết cấu S và các phần khác của tòa nhà B được hạn chế bằng các tường có khả năng chịu cháy tới 120 min (REI 120) hoặc bằng các biện pháp bảo vệ tương đương khác;

- lan truyền quá điện áp dọc theo các đường dây chung, nếu có, được hạn chế bằng SPD lắp tại điểm đi vào kết cấu của các đường dây đó hoặc bằng biện pháp bảo vệ tương đương khác

CHÚ THÍCH: Định nghĩa và thông tin về REI, xem [6].

Khi không đáp ứng các điều kiện này, sử dụng kích thước của toàn bộ tòa nhà B.



Hình A.4 – Kết cấu được xét đến để đánh giá diện tích thu nhận A₀

A.2.3 Vị trí tương đối của kết cấu

Vị trí tương đối của kết cấu, bù cho các kết cấu xung quanh hoặc vị trí để hở, sẽ được tính đến bởi hệ số vị trí C_D (xem Bảng A.1).

Một đánh giá chính xác hơn về ảnh hưởng của các đối tượng xung quanh có thể thu được khi xem xét chiều cao tương đối của kết cấu liên quan đến các đối tượng xung quanh hoặc mặt đất trong khoảng cách $3 \times H$ từ kết cấu với giả thiết $C_D = 1$.

Bảng A.1 – Hệ số vị trí kết cấu C_D

Vị trí tương đối	C_D
Kết cấu được bao xung quanh bởi các đối tượng cao hơn	0,25
Kết cấu được bao xung quanh bởi các đối tượng có cùng chiều cao hoặc thấp hơn.	0,5
Kết cấu được cách ly: không có các đối tượng khác trong vùng lân cận	1
Kết cấu được cách ly trên một đỉnh đồi hoặc gò	2

A.2.4 Số lượng trường hợp nguy hiểm đối với kết cấu N_D

N_D có thể được đánh giá theo tích:

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} \quad (\text{A.4})$$

trong đó

N_G là mật độ sét xuống đất ($1/\text{km}^2 \times \text{năm}$);

A_D là diện tích thu nhận của kết cấu (m^2) (xem Hình A.5);

C_D là hệ số vị trí của kết cấu (xem Bảng A.1).

A.2.5 Số lượng trường hợp nguy hiểm đối với kết cấu lân cận N_{DJ}

Số lượng các trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét tời kết cấu được nối ở điểm cuối của đường dây N_{DJ} (xem 6.5 và Hình A.5) có thể được đánh giá theo tích:

$$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6} \quad (\text{A.5})$$

trong đó

N_G là mật độ sét xuống đất ($1/\text{km}^2 \times \text{năm}$);

A_{DJ} là diện tích thu nhận của kết cấu lân cận (m^2) (xem Hình A.5);

C_{DJ} là hệ số vị trí của kết cấu lân cận (xem Bảng A.1).

C_T là hệ số loại đường dây (xem Bảng A.3);

A.3 Đánh giá số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét đánh gần kết cấu N_M

N_M có thể được đánh giá theo tích:

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6} \quad (\text{A.6})$$

TCVN 9888-2:2013

trong đó

N_G là mật độ sét xuống đất ($1/\text{km}^2 \times \text{năm}$);

A_M là diện tích thu nhận các chùm sét đánh gần kết cấu (m^2);

Diện tích thu nhận A_M mở rộng tới đường dây được định vị tại khoảng cách 500 m tính từ vành đai của kết cấu (xem Hình A.5):

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2 \quad (\text{A.7})$$

A.4 Đánh giá số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét đánh vào đường dây N_L

Đường dây có thể gồm nhiều phân đoạn khác nhau. Đối với mỗi đoạn của đường dây, giá trị N_L có thể được đánh giá bằng:

$$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (\text{A.8})$$

trong đó

N_L là số các quá biên độ điện áp không thấp hơn 1 kV ($1/\text{năm}$) trên đoạn dây)

N_G là mật độ sét xuống đất ($1/\text{km}^2 \times \text{năm}$);

A_L là diện tích thu nhận các chùm sét đánh vào đường dây (m^2) (xem Hình A.5);

C_I là hệ số lắp đặt của đường dây (xem Bảng A.2);

C_T là hệ số loại đường dây (xem Bảng A.3);

C_E là hệ số môi trường (xem Bảng A.4);

với diện tích thu nhận đối với các chùm sét đánh vào đường dây:

$$A_L = 40 \times L_L \quad (\text{A.9})$$

L_L là chiều dài của đoạn dây (m).

Khi chiều dài của một đoạn dây chưa xác định, giả thiết $L_L = 1000$ m.

CHÚ THÍCH 1: Ủy ban quốc gia có thể cải tiến thông tin này để đáp ứng tốt hơn các điều kiện quốc gia cho các đường dây viễn thông và đường dây điện.

Bảng A.2 – Hệ số lắp đặt đường dây C_I

Tuyến	C_I
Trên không	1
Chôn ngầm	0,5
Cáp chôn ngầm chạy hoàn toàn trong đầu nối đất mạch vòng (5.2 của IEC 62305-4:2010)	0,01

Bảng A.3 – Hệ số loại đường dây C_T

Lắp đặt	C_T
Đường dây hạ áp, đường dây viễn thông và dây dữ liệu,	1
Đường dây điện cao áp (có biến áp HV/LV)	0,2

Bảng A.4 – Hệ số về môi trường đường dây C_E

Môi trường	C_E
Nông thôn	1
Ngoại ô	0,5
Đô thị	0,1
Đô thị có các tòa nhà cao tầng ^a	0,01
^a Được xây dựng cao hơn 20 m.	

CHÚ THÍCH 2: Điện trở suất của đất ảnh hưởng đến diện tích thu nhận của các đoạn dây chôn ngầm A_L . Nhìn chung, điện trở suất của đất càng lớn thì diện tích thu nhận cũng càng lớn (A_L tỷ lệ thuận với $\sqrt{\rho}$). Hệ số lắp đặt trong Bảng A.2 được dựa trên giá trị $\rho = 400 \Omega m$.

CHÚ THÍCH 3: Thông tin thêm nữa về các diện tích thu nhận A_I đối với các đường dây viễn thông có thể có trong khuyến nghị ITU-T K.47^[7].

A.5 Đánh giá số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét đánh gần đường dây N_I

Đường dây có thể gồm nhiều đoạn. Với mỗi đoạn, giá trị N_I có thể được đánh giá bằng công thức:

$$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (\text{A.10})$$

trong đó

- N_I là số quá điện áp có biên độ không lớn hơn 1 kV (1/year) trên đoạn dây;
- N_G là mật độ sét xuống đất ($1/\text{km}^2 \times \text{năm}$);
- A_I là diện tích thu nhận các chùm sét xuống đất gần đường dây (m^2) (xem Hình A.5);

TCVN 9888-2:2013

- C_I là hệ số lắp đặt (xem Bảng A.2);
- C_T là hệ số loại đường dây (xem Bảng A.3);
- C_E là hệ số môi trường (xem Bảng A.4).

Với diện tích thu nhận đối với các chùm sét đánh gần đường dây

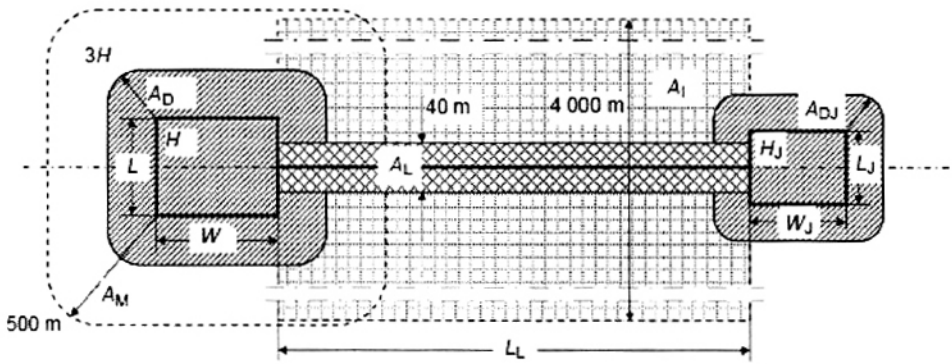
$$A_I = 4\,000 \times L_L \tag{A.11}$$

Trong đó L_L là chiều dài của đoạn dây (m).

Khi chiều dài của một đoạn dây chưa xác định thì giả thiết $L_L = 1\,000$ m.

CHÚ THÍCH 1: Ủy ban quốc gia có thể cải thiện thông tin này để đáp ứng tốt hơn các điều kiện quốc gia của các đường dây truyền điện và viễn thông.

CHÚ THÍCH 2: Đánh giá chính xác hơn của A_I cũng có thể có trong Electra n. 161^[8] và 162^[9], 1995 đối với các đường dây điện và trong khuyến nghị ITU-T K.46^[10] đối với các đường dây viễn thông.



Hình A.5 – Các diện tích thu nhận (A_D , A_M , A_I , A_L)

Phụ lục B

(tham khảo)

Đánh giá xác suất thiệt hại P_X **B.1 Qui định chung**

Xác suất được đưa ra trong phụ lục này là hợp lệ nếu các biện pháp bảo vệ phù hợp với:

- TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) về các biện pháp bảo vệ để giảm tổn thương sinh vật và về các biện pháp bảo vệ để giảm thiệt hại vật chất;
- TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) về các biện pháp bảo vệ để giảm hỏng các hệ thống bên trong.

Giá trị khác có thể được chọn, nếu hợp lý.

Các giá trị xác suất P_X nhỏ hơn 1 có thể được lựa chọn chỉ khi biện pháp hoặc các đặc trưng có giá trị cho toàn bộ kết cấu hoặc vùng kết cấu (Z_S) được bảo vệ và cho tất cả các thiết bị có liên quan.

B.2 Xác suất P_A mà chòm sét tới kết cấu sẽ gây tổn thương sinh vật do điện giật

Các giá trị của xác suất P_A của điện giật tới sinh vật do điện áp tiếp xúc và điện áp bước từ chòm sét tới kết cấu, tùy thuộc vào hệ thống bảo vệ chống sét LPS được sử dụng và các biện pháp bảo vệ bổ sung được trang bị:

$$P_A = P_{TA} \times P_B \quad (B.1)$$

trong đó

P_{TA} phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ bổ sung chống điện áp tiếp xúc và điện áp bước, như biện pháp được liệt kê trong Bảng B.1. Các giá trị P_{TA} được nêu trong Bảng B.1.

P_B phụ thuộc vào mức độ bảo vệ chống sét (LPL) mà hệ thống LPS được thiết kế theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3). Giá trị của P_B được nêu trong Bảng B.2.

Bảng B.1 – Các giá trị xác suất P_{TA} mà một chùm sét đánh tới một kết cấu sẽ gây ra điện giật tới sự sống do các nguy hiểm của điện áp tiếp xúc và điện áp bước.

Biện pháp bảo vệ bổ sung	P_{TA}
Không có các biện pháp bảo vệ	1
Các thông báo cảnh báo	10^{-1}
Cách ly điện (ví dụ tối thiểu là 3mm polyethylene liên kết ngang) các bộ phận dễ nổ (ví dụ các đầu dẫn xuống)	10^{-2}
Đăng thế đất hiệu quả	10^{-2}
Các hạn chế vật lý hoặc khuôn khổ xây dựng được sử dụng như một hệ thống dây dẫn xuống.	0

Nếu thực hiện nhiều hơn một biện pháp, giá trị P_{TA} là tích của các giá trị tương ứng.

CHÚ THÍCH 1: Các biện pháp bảo vệ chỉ có hiệu quả trong việc giảm thiểu P_A trong kết cấu cần bảo vệ bằng một hệ thống LPS hoặc các kết cấu có khung kim loại đặc hoặc khung bê tông cốt thép hoạt động như một hệ thống LPS tự nhiên, mà tại đó thỏa mãn các thiết bị liên kết và nối đất theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3).

CHÚ THÍCH 2: Để biết thêm thông tin xem 8.1 và 8.2 của TCVN 9888-3:2013 (IEC 62305-3:2010).

B.3 Xác suất P_B mà chùm sét tới thiết bị sẽ gây thiệt hại vật chất

LPS thích hợp làm biện pháp bảo vệ để giảm xác suất P_B .

Các giá trị của xác suất P_B của thiệt hại vật chất do chùm sét tới kết cấu, là hàm của mức bảo vệ chống sét (LPL) được nêu trong Bảng B.2.

Bảng B.2 – Các giá trị xác suất P_B phụ thuộc vào biện pháp bảo vệ để giảm thiệt hại vật chất

Đặc trưng của kết cấu	Loại hệ thống LPS	P_B
Kết cấu không được bảo vệ bằng hệ thống LPS	-	1
Kết cấu cần bảo vệ bằng hệ thống LPS	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Kết cấu có một hệ thống cột thu lôi thích hợp với hệ thống LPS I và một khung bê tông cốt thép hoặc kim loại liên khối hoạt động như một hệ thống dẫn xuống đất tự nhiên.		0,01
Kết cấu có mái bằng kim loại và một hệ thống cột thu lôi, có thể bao gồm các thành phần tự nhiên, bảo vệ hoàn chỉnh của bất kỳ các lắp đặt mái nhà chống sét đánh trực tiếp và một khung kim loại liên khối hoặc bê tông cốt thép hoạt động như một hệ thống dẫn xuống đất tự nhiên.		0,001

CHÚ THÍCH 1: Có thể có các giá trị P_B khác với các giá trị cho trong Bảng B.2 nếu khi dựa trên nghiên cứu chi tiết có tính đến các yêu cầu về kích cỡ và tiêu chí chẩn xác định trong TCVN 9888-1 (IEC 62305-1).

CHÚ THÍCH 2: Các đặc trưng của LPS, kể cả các đặc trưng của SPD đối với liên kết đẳng thế chống sét, được báo cáo trong TCVN 9888-3 (IEC 62305-3).

B.4 Xác suất P_C mà chùm sét tới kết cấu sẽ gây hỏng các hệ thống bên trong

Hệ thống SPD kết hợp thích hợp cho việc bảo vệ để giảm xác suất P_C .

Xác suất P_C mà chùm sét tới kết cấu sẽ gây ra hỏng hệ thống bên trong được đưa ra bởi công thức:

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD} \quad (B.2)$$

P_{SPD} phụ thuộc vào hệ thống SPD kết hợp phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) và theo mức bảo vệ chống sét (LPL) mà SPD được thiết kế. Các giá trị xác suất P_{SPD} được nêu trong Bảng B.3.

C_{LD} là hệ số phụ thuộc vào các điều kiện chắn nhiễu, nối đất và cách ly của đường dây nối với hệ thống bên trong. Các giá trị C_{LD} được nêu trong Bảng B.4.

Bảng B.3 – Giá trị xác suất P_{SPD} là hàm của LPL mà SPD được thiết kế

LPL	P_{SPD}
Không có hệ thống SPD kết hợp	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
CHÚ THÍCH 2	0,005 - 0,01

CHÚ THÍCH 1: Một hệ thống SPD kết hợp chỉ có hiệu quả trong việc giảm xác suất P_C trong kết cấu được bảo vệ nhờ LPS hoặc các kết cấu kim loại liền hoặc khung bê tông cốt thép hoạt động như một LPS tự nhiên đáp ứng các yêu cầu về liên kết và nối đất của TCVN 9888-3 (IEC 62305-3).

CHÚ THÍCH 2: Cho phép giảm các giá trị xác suất P_{SPD} đối với SPD có đặc trưng bảo vệ tốt hơn (dòng điện danh nghĩa càng cao I_N , mức bảo vệ càng thấp U_P , v.v...) so với yêu cầu xác định đối với LPL I tại các vị trí lắp đặt tương ứng (xem Bảng A.3 của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010) để có thông tin về xác suất dòng điện sét, và Phụ lục E của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010), Phụ lục D của TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010) về chia dòng điện sét). Cho phép sử dụng các phụ lục này cho các SPD có xác suất P_{SPD} cao hơn.

Bảng B.4 – Giá trị của các hệ số C_{LD} và C_{LI}
phụ thuộc vào điều kiện chắn nhiễu, nối đất và cách ly

Loại đường dây bên ngoài	Đấu nối tại đầu vào	C_{LD}	C_{LI}
Đường dây trên không không có chắn nhiễu	Không xác định	1	1
Đường dây chôn ngầm không có chắn nhiễu	Không xác định	1	1
Dây trung tính nối đất nhiều điểm	Không	1	0,2
Đường dây chôn ngầm có chắn nhiễu (dây điện hoặc dây viễn thông)	Màn chắn không được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị.	1	0,3
Đường dây trên không có chắn nhiễu (dây điện hoặc dây viễn thông)	Màn chắn không được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị.	1	0,1
Đường dây chôn ngầm có chắn nhiễu (dây điện hoặc dây viễn thông)	Màn chắn được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị.	1	0
Đường dây trên không có chắn nhiễu (dây điện hoặc dây viễn thông)	Màn chắn được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị.	1	0
Cáp hoặc dây bảo vệ chống sét trong các ống cáp bảo vệ chống sét, đường ống kim loại hoặc ống kim loại.	Màn chắn được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị.	0	0
(Không có đường dây bên ngoài)	Không đấu nối với các đường dây bên ngoài (các hệ thống độc lập)	0	0
Loại bất kỳ	Giao diện cách ly theo TCVN 9888-4 (IEC 62305-4)	0	0

CHÚ THÍCH 3: Khi đánh giá xác suất P_C , các giá trị của C_{LD} trong Bảng B.4 đề cập đến các hệ thống bên trong có chắn nhiễu; đối với các hệ thống không có chắn nhiễu, cần giả thiết $C_{LD} = 1$.

CHÚ THÍCH 4: Đối với các hệ thống bên trong không được che chắn

- không nối với các đường dây bên ngoài (các hệ thống độc lập), hoặc
- nối với các đường dây bên ngoài thông qua các giao diện cách ly, hoặc
- nối với các đường dây bên ngoài là cáp hoặc hệ thống bảo vệ chống sét có dây nối trong ống cáp bảo vệ chống sét, đường ống kim loại hoặc ống kim loại, được liên kết với cùng một thanh liên kết như thiết bị,

Không cần hệ thống SPD phối hợp phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) để giảm xác suất P_C , với điều kiện là điện áp cảm ứng U_1 không lớn hơn điện áp chịu xung U_w của hệ thống bên trong ($U_1 \leq U_w$). Để đánh giá điện áp cảm ứng U_1 xem Phụ lục A của TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010).

B.5 Xác suất P_M mà chùm sét đánh gần kết cấu sẽ gây hỏng các hệ thống bên trong

Hệ thống LPS dạng lưới, màn chắn, phòng ngừa định tuyến, điện áp chịu xung được tăng lên, các giao diện cách ly và các hệ thống SPD phối hợp đều thích hợp cho bảo vệ để giảm P_M .

Xác suất P_M mà chùm sét đánh gần kết cấu sẽ gây ra hỏng cho các hệ thống bên trong phụ thuộc vào các biện pháp SPM được áp dụng.

Khi không có hệ thống SPD kết hợp đáp ứng các yêu cầu của TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) thì giá trị P_M bằng với giá trị P_{MS} .

Khi có hệ thống SPD kết hợp phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4), giá trị P_M được cho bởi công thức:

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \quad (B.3)$$

Đối với các hệ thống bên trong có thiết bị không phù hợp với mức điện áp chịu đựng hoặc điện trở suất cho trong các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan thì giả thiết $P_M = 1$.

Các giá trị P_{MS} có được từ tích sau:

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 \quad (B.4)$$

trong đó

- K_{S1} có tính đến hiệu quả che chắn của kết cấu, hệ thống LPS hoặc màn chắn khác ở vùng biên LPZ 0/1;
- K_{S2} có tính đến hiệu quả che chắn của các màn chắn bên trong kết cấu ở vùng biên LPZ X/Y ($X > 0$, $Y > 1$);
- K_{S3} có tính đến các đặc trưng của dây dẫn bên trong (xem Bảng B.5);
- K_{S4} có tính đến điện áp chịu xung của hệ thống cần bảo vệ.

CHÚ THÍCH 1: Khi thiết bị có giao diện cách ly là máy biến áp cách ly có màn chắn nối đất giữa các cuộn dây, hoặc sử dụng cáp sợi quang hoặc các bộ ghép quang, thì giả thiết $P_{MS} = 0$.

Bên trong LPZ, ở khoảng cách an toàn từ màn chắn tại biên tối thiểu bằng với chiều rộng mắt lưới w_m , các hệ số K_{S1} và K_{S2} đối với LPS hoặc các màn chắn không gian dạng lưới có thể được đánh giá theo công thức:

$$K_{S1} = 0,12 \times w_{m1} \quad (B.5)$$

$$K_{S2} = 0,12 \times w_{m2} \quad (B.6)$$

trong đó $w_{m1}(m)$ và $w_{m2}(m)$ là các chiều rộng mắt lưới của các màn chắn không gian dạng lưới hoặc là chiều rộng của vật dẫn đi xuống LPS loại mắt lưới, hoặc là khoảng cách giữa các cọc kim loại của kết cấu, hoặc là khoảng cách giữa khung bê tông cốt thép đóng vai trò như LPS tự nhiên.

TCVN 9888-2:2013

Đối với các màn chắn kim loại liền có chiều dày không nhỏ hơn 0,1mm thì $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

CHÚ THÍCH 2: Khi một mạng liên kết dạng mắt lưới được cung cấp phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4), các giá trị K_{S1} và K_{S2} có thể được giảm một nửa.

Khi mạch vòng cảm ứng chạy sát với các vật dẫn điện của màn chắn biên LPZ ở khoảng cách từ màn chắn ngắn hơn khoảng cách an toàn, thì các giá trị của K_{S1} và K_{S2} sẽ lớn hơn. Ví dụ, các giá trị của K_{S1} và K_{S2} cần được tăng gấp đôi khi khoảng cách đến các màn chắn nằm trong phạm vi từ $0,1w_m$ đến $0,2w_m$.

Đối với mỗi tầng LPZ, kết quả K_{S2} là tích của các giá trị K_{S2} liên quan của mỗi LPZ.

CHÚ THÍCH 3: Giá trị tối đa của K_{S1} và K_{S2} được giới hạn ở 1.

Bảng B.5 – Giá trị của hệ số K_{S3} phụ thuộc vào dây nối bên trong

Loại dây nối bên trong	K_{S3}
Cáp không có chắn nhiễu – không dự phòng theo tuyến để tránh các vòng lặp ^a	1
Cáp không có chắn nhiễu – dự phòng theo tuyến để tránh các vòng lặp lớn ^b	0,2
Cáp không có chắn nhiễu – dự phòng theo tuyến để tránh các vòng lặp ^c	0,01
Các cáp có chắn nhiễu và cáp đi trong các đường ống kim loại ^d	0,0001

^a Các vòng dẫn điện có định tuyến khác nhau trong các tòa nhà lớn (diện tích khép kín cỡ 50 m²)
^b Các vòng dẫn điện có định tuyến trong cùng đường ống hoặc các vòng dẫn điện có định tuyến khác nhau trong các tòa nhà nhỏ (diện tích khép kín cỡ 10 m²).
^c Các vòng dẫn điện có định tuyến trong cùng một cáp (diện tích khép kín cỡ 0,5 m²).
^d Các màn chắn và đường ống kim loại được liên kết với thanh liên kết đẳng thế ở cả hai đầu và thiết bị được nối với cùng một thanh liên kết.

Hệ số K_{S4} được đánh giá theo:

$$K_{S4} = 1/U_w \quad (B.7)$$

trong đó:

U_w là điện áp chịu xung danh định của hệ thống cần bảo vệ, tính bằng KV.

CHÚ THÍCH 4: Giá trị lớn nhất của K_{S4} được giới hạn ở 1.

Nếu thiết bị có các mức chịu xung khác nhau trong một hệ thống bên trong, cần chọn hệ số K_{S4} liên quan đến mức chịu xung thấp nhất.

B.6 Xác suất P_U mà chùm sét đánh vào đường dây sẽ gây tổn thương sinh vật do điện giật

Các giá trị xác suất P_U gây tổn thương sinh vật bên trong kết cấu do điện áp tiếp xúc từ một chùm sét đánh vào đường dây bên trong kết cấu phụ thuộc vào các đặc trưng của màn chắn đường dây, điện áp chịu xung của các hệ thống bên trong nối với đường dây, các biện pháp bảo vệ như những hạn chế

vật lý hoặc thông báo cảnh báo và các giao diện cách ly hoặc các SPD cung cấp liên kết đẳng thế ở lối vào của đường dây phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3).

CHÚ THÍCH 1: Không cần hệ thống SPD phối hợp phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) để giảm P_U ; trong trường hợp này, các SPD phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) là đủ.

Các giá trị P_U được cho theo công thức:

$$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (B.8)$$

trong đó:

P_{TU} phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ chống các điện áp tiếp xúc, như các giới hạn vật lý hoặc các chú ý cảnh báo. Các giá trị P_U được cho trong Bảng B.6;

P_{EB} phụ thuộc vào liên kết đẳng thế sét (EB) phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) và vào mức bảo vệ chống sét (LPL) mà SPD được thiết kế. Các giá trị P_{EB} được cho trong Bảng B.7;

P_{LD} là xác suất hỏng các hệ thống bên trong do chùm sét đánh vào đường dây nối vào tùy thuộc vào các đặc trưng của đường dây. Các giá trị P_{LD} được cho trong Bảng B.8.

C_{LD} là hệ số phụ thuộc vào các điều kiện màn chắn, nối đất và cách ly của đường dây. Các giá trị C_{LD} được cho trong Bảng B.4.

CHÚ THÍCH 2: Khi các SPD phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) được trang bị cho liên kết đẳng thế tại đầu vào của đường dây, việc nối đất và nối liên kết phù hợp với TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) có thể cải thiện việc bảo vệ.

Bảng B.6 – Các giá trị P_{TU} mà chùm sét đánh vào đường dây đi vào sẽ gây ra điện giật cho sinh vật do các điện áp tiếp xúc nguy hiểm

Biện pháp bảo vệ	P_{TU}
Không có các biện pháp bảo vệ	1
Thông báo cảnh báo	10^{-1}
Cách ly điện	10^{-2}
Các hạn chế vật lý	0

CHÚ THÍCH 3: Nếu thực hiện nhiều hơn một biện pháp bảo vệ, giá trị P_{TU} là tích của các giá trị tương ứng.

Bảng B.7 – Giá trị xác suất P_{EB} là hàm của LPL mà SPD được thiết kế

Mức bảo vệ chống sét LPL	P_{EB}
Không dùng thiết bị SPD	1
III – IV	0,05
II	0,02
I	0,01
CHÚ THÍCH 3	0,005 – 0,001

TCVN 9888-2:2013

CHÚ THÍCH 4: Cho phép giảm các giá trị P_{EB} đối với các thiết bị SPD có các đặc trưng bảo vệ tốt hơn (dòng danh định I_N càng cao, mức bảo vệ U_P càng thấp, v.v...) so với các yêu cầu xác định cho mức bảo vệ chống sét LPL cấp I tại các vị trí lắp đặt liên quan (xem Bảng A.3 của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010) để có thông tin về các xác suất dòng điện sét, và Phụ lục E của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010), Phụ lục D của TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010) về việc chia dòng điện sét). Cho phép sử dụng các phụ lục này cho các SPD có xác suất cao hơn P_{EB} .

Bảng B.8 – Các giá trị xác suất P_{LD} phụ thuộc vào trở kháng R_S của màn chắn cáp và điện áp chịu xung U_w của thiết bị

Kiểu đường dây	Các điều kiện chia tuyến, liên kết và chắn nhiễu	Điện áp chịu đựng U_w tính theo kV					
		1	1,5	2,5	4	6	
Đường dây điện hoặc đường dây viễn thông	Đường dây trên không hoặc chôn ngầm, được bảo vệ hoặc không được bảo vệ mà màn chắn không được liên kết với cùng thanh nối như thiết bị.	1	1	1	1	1	
	Dây trên không hoặc chôn ngầm được bảo vệ mà màn chắn được liên kết với cùng thanh nối như thiết bị.	$5\Omega/km < R_S \leq 20\Omega/km$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/km < R_S \leq 5\Omega/km$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \leq 1\Omega/km$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

CHÚ THÍCH 5: Trong khu vực ngoại thành/đô thị, một đường dây hạ áp thường sử dụng cáp chôn ngầm không được bảo vệ trong khi một đường dây viễn thông sử dụng cáp chôn ngầm được bảo vệ (có tối thiểu 20 đầu dẫn, trở kháng màn chắn $5 \Omega/km$, đường kính dây đồng 0,6 mm). Trong khu vực nông thôn, đường dây điện hạ áp sử dụng cáp trên không không có chắn nhiễu trong khi đường dây viễn thông sử dụng cáp trên không không có chắn nhiễu (đường kính dây đồng: 1 mm). Đường dây cao áp chôn ngầm thường sử dụng cáp có chắn nhiễu có trở kháng màn chắn cỡ từ $1\Omega/km$ đến $5 \Omega/km$.

B.7 Xác suất P_V mà chùm sét đánh vào đường dây sẽ gây thiệt hại vật chất

Các giá trị xác suất P_V về thiệt hại vật chất do sét đánh vào đường dây đi vào kết cấu phụ thuộc vào đặc trưng của màn chắn đường dây, điện áp chịu xung của hệ thống bên trong nối với đường dây và các giao diện cách ly hoặc các SPD được cung cấp cho liên kết đẳng thế tại đầu vào của đường dây phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3).

CHÚ THÍCH: Không cần hệ thống SPD kết hợp theo TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) để giảm xác suất P_V ; trong trường hợp này, sử dụng SPD theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) là đủ.

Giá trị P_V được cho theo công thức:

$$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (B.9)$$

trong đó

P_{EB} phụ thuộc vào liên kết đẳng thế sét (EB) phù hợp với TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) và vào mức bảo vệ chống sét (LPL) mà SPD được thiết kế. Các giá trị P_{EB} được cho trong Bảng B.7;

P_{LD} là xác suất hỏng hệ thống bên trong do một chùm sét đánh vào đường dây nối tùy thuộc vào các đặc trưng của đường dây. Các giá trị P_{LD} được cho trong Bảng B.8.

C_{LD} là một hệ số phụ thuộc vào các điều kiện màn chắn, nối đất và cách ly của đường dây. Các giá trị C_{LD} được cho trong Bảng B.4.

B.8 Xác suất P_W mà chùm sét đánh vào đường dây sẽ gây hỏng các hệ thống bên trong

Các giá trị xác suất P_W mà chùm sét đánh vào đường dây đi vào kết cấu sẽ gây hỏng các hệ thống bên trong phụ thuộc vào các đặc trưng của màn chắn đường dây, điện áp chịu xung của các hệ thống bên trong được nối với đường dây và các giao diện cách ly hoặc hệ thống thiết bị SPD phối hợp được cài đặt.

Giá trị xác suất P_W được cho theo công thức

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (B.10)$$

trong đó

P_{SPD} phụ thuộc vào hệ thống thiết bị SPD phối hợp theo tiêu chuẩn TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) và mức bảo vệ chống sét (LPL) đối với mỗi thiết bị SPD của nó đã được thiết kế. Các giá trị P_{SPD} được đưa ra trong Bảng B.3;

P_{LD} là xác suất hỏng các hệ thống bên trong do một chùm sét đánh tới đường dây nối tùy thuộc vào các đặc trưng của đường dây. Các giá trị xác suất P_{LD} được cho trong Bảng B.8.

C_{LD} là một hệ số phụ thuộc vào các điều kiện màn chắn, nối đất và cách ly của đường dây. Các giá trị C_{LD} được cho trong Bảng B.4.

B.9 Xác suất P_Z mà chùm sét đánh gần đường dây đi vào sẽ gây hỏng các hệ thống bên trong

Các giá trị xác suất P_Z mà một chùm sét đánh gần một đường dây đi vào kết cấu sẽ gây ra hư hỏng các hệ thống bên trong phụ thuộc vào các đặc trưng của màn chắn đường dây, điện áp chịu xung của các hệ thống được nối với đường dây và các giao diện cách ly hoặc hệ thống thiết bị SPD phối hợp được cung cấp.

Giá trị xác suất P_Z được đưa ra theo công thức

$$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} \quad (B.11)$$

trong đó:

P_{SPD} phụ thuộc vào hệ thống thiết bị SPD phối hợp theo tiêu chuẩn TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) và mức bảo vệ chống sét (LPL) mà SPD được thiết kế. Các giá trị P_{SPD} được cho trong Bảng B.3;

TCVN 9888-2:2013

P_{LI} là xác suất hư hỏng các hệ thống bên trong do một chùm sét đánh gần đường dây nối tùy thuộc vào các đặc trưng của đường dây và thiết bị. Các giá trị xác suất P_{LI} được cho trong Bảng B.9;

C_{LI} là một hệ số phụ thuộc vào các điều kiện màn chắn, nối đất và cách ly của đường dây. Các giá trị C_{LI} được cho trong Bảng B.4.

Bảng B.9 – Giá trị P_{LI} phụ thuộc vào loại đường dây và điện áp chịu xung U_w của thiết bị

Loại đường dây	Điện áp chịu đựng U_w theo đơn vị kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Đường dây điện	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Đường dây viễn thông	1	0,5	0,2	0,08	0,04

CHÚ THÍCH: Đánh giá xác suất P_{LI} chính xác hơn có thể có trong IEC/TR 62066:2002 đối với các đường dây điện ^[11] và trong khuyến cáo ITU-T K.46 ^[10] đối với các đường dây viễn thông.

Phụ lục C

(tham khảo)

Đánh giá tổng tổn thất L_x

C.1 Qui định chung

Các giá trị của tổng tổn thất L_x cần được đánh giá và cố định bởi các nhà thiết kế bảo vệ chống sét (hoặc chủ sở hữu kết cấu). Giá trị trung bình tiêu biểu của tổn thất L_x trong một kết cấu được đưa ra trong phụ lục này chỉ là các giá trị do ban kỹ thuật đề xuất. Các giá trị khác có thể được chỉ định theo mỗi ủy ban quốc gia hoặc sau khi điều tra chi tiết.

CHÚ THÍCH 1: Khi thiệt hại cho một kết cấu do sét đánh cũng có thể bao gồm cả các kết cấu xung quanh hoặc môi trường (ví dụ các khí thải hóa học hoặc phóng xạ), phải thực hiện đánh giá chi tiết hơn tổn thất L_x mà tính đến tổn thất bổ sung này.

CHÚ THÍCH 2: Khuyến cáo các công thức được đưa ra trong phụ lục này được sử dụng như nguồn sơ cấp của các giá trị tổn hao L_x .

C.2 Tổng tổn thất tương đối trung bình trên mỗi trường hợp nguy hiểm

Tổn thất L_x đề cập đến tổng kiểu thiệt hại cụ thể tương đối trung bình đối với một trường hợp nguy hiểm do một chùm sét đánh, xét cả mức độ và ảnh hưởng của nó.

Giá trị tổn thất L_x biến động theo kiểu tổn thất được xét.

- L1 (Tổn thất tới cuộc sống con người, bao gồm tổn thương vĩnh viễn): số người bị nguy hiểm (nạn nhân);
- L2 (Tổn thất tới dịch vụ công cộng): số người không được phục vụ;
- L3 (Tổn thất tới di sản văn hóa): giá trị kinh tế của kết cấu và nội dung bên trong bị đe dọa;
- L4 (Tổn thất tới kinh tế): giá trị kinh tế về các động vật, kết cấu (bao gồm các tính năng của nó), kết cấu bên trong và các hệ thống bên trong bị đe dọa, và đối với mỗi kiểu tổn thất, có kiểu thiệt hại (D1, D2 và D3) gây ra tổn thất.

Tổn thất L_x phải được xác định cho mỗi khu vực của kết cấu bên trong nếu nó bị phân chia.

C.3 Tổn thất tới cuộc sống con người (L1)

Giá trị tổn thất L_x đối với mỗi khu vực có thể được xác định theo Bảng C.1, xem xét tới:

- tổn thất tới cuộc sống con người chịu ảnh hưởng bởi các đặc trưng khu vực. Các tổn thất này được tính theo các hệ số tăng (h_z) và giảm (r_i, r_p, r_l);

TCVN 9888-2:2013

- giá trị tổn thất lớn nhất trong khu vực phải được giảm theo tỷ số giữa số người trong khu vực (n_z) đối với tổng số người ở bên trong kết cấu (n_t);
- thời gian tính theo giờ hàng năm mà con người có mặt bên trong khu vực (t_z), nếu thấp hơn 8 760 h một năm thì cũng sẽ giảm tổn thất.

Bảng C.1 – Kiểu tổn thất L1: Các giá trị tổn thất cho mỗi khu vực

Kiểu thiệt hại	Tổn thất tiêu biểu	Công thức
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.1)
D2	$L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.2)
D3	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.3)
D4	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_D = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.4)

trong đó

- L_T là số đại diện các nạn nhân trung bình tương đối bị thương do điện giật (D1) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.2);
- L_F là số đại diện cho các nạn nhân trung bình tương đối chịu thiệt hại vật chất (D2) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.2);
- L_O là số đại diện các nạn nhân trung bình tương đối do hư hỏng hệ thống bên trong (D3) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.2);
- r_t là hệ số giảm tổn thất tới cuộc sống con người phụ thuộc vào loại sàn nhà và đất (xem Bảng C.3);
- r_p là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào các dự phòng được thực hiện để giảm hậu quả của cháy (xem Bảng C.4);
- r_i là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào rủi ro cháy hoặc vào rủi ro nổ của kết cấu (xem Bảng C.5);
- h_z là hệ số tăng tổn thất do thiệt hại vật lý khi một nguy hiểm đặc biệt hiện diện (xem Bảng C.6);
- n_z là số người trong khu vực;
- n_t là tổng số người có trong kết cấu;
- t_z là thời gian tính bằng giờ mỗi năm mà con người có mặt bên trong khu vực.

Bảng C.2 – Kiểu tổn thất L1: Giá trị trung bình tiêu biểu L_T , L_F và L_O

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu		Loại kết cấu
	L_T		
D1 Các tổn thương	L_T	10^{-2}	Tất cả các loại
D2 Thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}	Rủi ro nổ
		10^{-1}	Bệnh viện, khách sạn, trường học, tòa nhà thị chính
		5×10^{-2}	Khu vui chơi giải trí công cộng, nhà thờ, bảo tàng
		2×10^{-2}	Khu công nghiệp, khu thương mại
		10^{-2}	Các loại khác
D3 Hư hỏng hệ thống bên trong	L_O	10^{-1}	Rủi ro nổ
		10^{-2}	Phòng chăm sóc chuyên sâu và phòng mổ trong bệnh viện
		10^{-3}	Các khu vực khác trong bệnh viện

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị của Bảng C.2 đề cập đến sự tham gia liên tục của con người bên trong kết cấu.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp kết cấu có rủi ro nổ, các giá trị L_F và L_O có thể cần đánh giá chi tiết hơn, xem xét loại kết cấu, rủi ro nổ, khái niệm khu vực của các diện tích nguy hiểm và các biện pháp phù hợp với rủi ro.

Khi thiệt hại của kết cấu do sét gồm cả các kết cấu hoặc môi trường xung quanh (như các phát thải hóa học hoặc phóng xạ), cần tính đến tổn thất bổ sung (L_E) để đánh giá tổng tổn thất (L_{FT}):

$$L_{FT} = L_F + L_E \quad (C.5)$$

trong đó:

$$L_E = L_{FE} \times t_e / 8760 \quad (C.6)$$

L_{FE} là tổn thất do thiệt hại vật chất bên ngoài kết cấu;

t_e là thời gian có mặt của con người ở vị trí nguy hiểm bên ngoài kết cấu.

CHÚ THÍCH: Nếu giá trị L_{FE} và t_e không xác định, thì ước lượng $L_{FE} \times t_e / 8760 = 1$.

Bảng C.3 – Hệ số giảm r_t là hàm của loại bề mặt sàn nhà hoặc đất

Loại bề mặt ^b	Trở kháng tiếp xúc $k\Omega^a$	r_t
Bề mặt nông nghiệp, bê tông	≤ 1	10^{-2}
Đá cẩm thạch, gốm sứ	1 – 10	10^{-3}
Sỏi, vải nhung dày, thảm	10 – 100	10^{-4}
Nhựa đường, lót vải sơn, gỗ	≥ 100	10^{-5}

^a Các giá trị được đo giữa điện cực 400 cm² bị ép với một lực đồng đều 500 N và một điểm vô cùng

^b Một lớp vật liệu cách điện, ví dụ nhựa đường, dày 5cm (hoặc một lớp sỏi dày 15 cm) nói chung giảm nguy hiểm đến một mức độ cho phép.

Bảng C.4 – Hệ số giảm r_p là hàm của các dự phòng cần thực hiện để giảm hậu quả do cháy

Các dự phòng	r_p
Không có dự phòng	1
Một trong những dự phòng sau: bình chữa cháy, các lắp đặt hệ thống chữa cháy cố định được vận hành bằng tay, các lắp đặt báo động bằng tay; các vòi nước, các khoang chống cháy, các lối thoát hiểm.	0,5
Một trong những dự phòng sau: lắp đặt hệ thống chữa cháy cố định được vận hành tự động, lắp đặt báo động tự động ^a	0,2
^a Chỉ khi được bảo vệ chống quá áp và các thiệt hại khác và khi lính cứu hỏa có thể đến trong vòng chưa đầy 10 min.	

Nếu thực hiện nhiều hơn một dự phòng thì giá trị r_p được lấy theo các giá trị liên quan thấp nhất.

Trong các kết cấu có rủi ro nổ, $r_p = 1$ cho tất cả các trường hợp.

Bảng C.5 – Hệ số giảm r_f là hàm của rủi ro cháy hoặc nổ của kết cấu

Rủi ro	Tổng các rủi ro	r_f
Nổ	Các khu vực 0, 20 và chất nổ rắn	1
	Các khu vực 1, 21	10^{-1}
	Các khu vực 2, 22	10^{-3}
Cháy	Cao	10^{-1}
	Thông thường	10^{-2}
	Thấp	10^{-3}
Nổ hoặc cháy	Không	0

CHÚ THÍCH 4: Trong trường hợp kết cấu có rủi ro nổ, có thể cần đánh giá giá trị r_f chi tiết hơn.

CHÚ THÍCH 5: Các kết cấu có rủi ro cháy mức cao có thể được giả định là các kết cấu chế tạo từ các vật liệu dễ bắt lửa hoặc các kết cấu có mái được chế tạo từ các vật liệu dễ bắt lửa hoặc các kết cấu có sức cháy cụ thể lớn hơn 800 MJ/m^2 .

CHÚ THÍCH 6: Các kết cấu có rủi ro cháy bình thường có thể được giả định là các kết cấu có sức cháy cụ thể từ 800 MJ/m^2 và 400 MJ/m^2 .

CHÚ THÍCH 7: Các kết cấu có rủi ro cháy thấp có thể được giả định là các kết cấu có sức cháy cụ thể nhỏ hơn 400 MJ/m^2 , hoặc các kết cấu chỉ chứa một số lượng nhỏ vật liệu dễ bắt lửa.

CHÚ THÍCH 8: Sức cháy cụ thể là tỷ số của năng lượng tổng số lượng vật liệu dễ bắt lửa trong một kết cấu và tổng bề mặt của kết cấu.

CHÚ THÍCH 9: Với các mục đích của phần này trong IEC 62305, các kết cấu có chứa các khu vực nguy hiểm hoặc có các vật liệu nổ rắn không nên giả định là các kết cấu có rủi ro nổ khi bất kỳ điều kiện nào sau đây được thực hiện:

- thời gian hiện diện các vật chất nổ thấp hơn 0,1h/năm;
- thể tích khí quyển nổ không đáng kể theo IEC 60079-10-1^[2] và IEC 60079-10-2^[3];

c) khu vực không thể bị sét đánh trực tiếp và tránh được phát tia lửa nguy hiểm trong khu vực

CHÚ THÍCH 10: Đối với các khu nguy hiểm gần các mái che bằng kim loại, điều kiện c) được thực hiện khi mái che, như một hệ thống đầu thu lôi tự nhiên, hoạt động an toàn mà không thủng hoặc tỏa nhiệt, và các hệ thống bên trong mái che, nếu có, được bảo vệ chống quá áp để tránh làm phát lửa nguy hiểm.

Bảng C.6 – Hệ số h_z tăng tổng tổn thất tương đối khi có mặt nguy hiểm đặc biệt

Loại nguy hiểm đặc biệt	h_z
Không có nguy hiểm đặc biệt	1
Áp lực mức thấp (ví dụ một kết cấu được giới hạn trong hai tầng và số lượng người không lớn hơn 100)	2
Áp lực mức trung bình (ví dụ một kết cấu được thiết kế cho các trường hợp thể thao hoặc văn hóa có số người tham gia từ 100 đến 1000)	5
Mức độ khó khăn của việc di tản (ví dụ một kết cấu có những người bất động, bệnh viện)	5
Áp lực mức cao (ví dụ một kết cấu được thiết kế cho các trường hợp văn hóa và thể thao có số người tham gia lớn hơn 1 000 người)	10

C.4 Tổn thất tới dịch vụ công cộng không thể chấp nhận (L2)

Giá trị tổn thất L_x đối với mỗi khu vực có thể được xác định theo Bảng B.7, xem xét tới:

- tổn thất tới dịch vụ công cộng bị ảnh hưởng bởi các đặc trưng của khu vực của kết cấu. Các tổn thất này được tính theo các hệ số suy giảm (r_i , r_p);
- giá trị tổn thất tối đa do thiệt hại trong khu vực phải giảm theo tỷ số giữa số người sử dụng được phục vụ trong khu vực (n_z) đối với tổng số người sử dụng (n_t) được phục vụ trong cả kết cấu.

Bảng C.7 – Kiểu tổn thất L2: Các giá trị tổn thất đối với mỗi khu vực

Kiểu thiệt hại	Tổn thất tiêu biểu	Công thức
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	(C.7)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	(C.8)

trong đó

- L_F là số đại diện cho người sử dụng trung bình tương đối không được phục vụ, dẫn đến thiệt hại vật chất (D2) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.8);
- L_O là số đại diện cho người sử dụng trung bình tương đối không được phục vụ dẫn đến hư hỏng hệ thống bên trong (D3) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.8);
- r_p là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào các dự phòng được thực hiện để giảm hậu quả của cháy (xem Bảng C.4);
- r_f là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào rui ro cháy (xem Bảng C.5);
- n_z là số người dùng được phục vụ trong khu vực;
- n_t là tổng số người dùng được phục vụ theo kết cấu;

Bảng C.8 – Kiểu tổn thất L2: Các giá trị trung bình tiêu biểu của L_F và L_O

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu		Loại dịch vụ
D2 Thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}	Khí đốt, nước, nguồn cung cấp
		10^{-2}	Các đường dây truyền hình, viễn thông
D3 Hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}	Khí đốt, nước, nguồn cung cấp
		10^{-3}	Các đường dây truyền hình, viễn thông

C.5 Tổn thất di sản văn hóa không thể thay thế (L3)

Giá trị tổn thất L_X đối với mỗi khu vực có thể được xác định theo Bảng C.9, xem xét tới:

- tổn thất tới di sản văn hóa chịu ảnh hưởng bởi các đặc trưng của khu vực. Các tổn thất này được tính theo các hệ số giảm (r_i , r_p);
- giá trị tổn thất tối đa do các thiệt hại của khu vực phải được giảm theo tỷ số giữa giá trị của khu vực (c_2) đối với tổng giá trị (c_1) của cả kết cấu (xây dựng và kiến trúc)

Bảng C.9 - Kiểu tổn thất L3: Các giá trị tổn thất cho mỗi khu vực

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu	Công thức
D2 Thiệt hại vật chất	$L_B = L_V = r_p \times r_i \times L_F \times c_2/c_1$	(C.9)

trong đó

- L_F là số đại diện cho giá trị của tất cả các hàng hóa trung bình tương đối chịu thiệt hại bởi thiệt hại vật chất (D2) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.10);
- r_p là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào các dự phòng được thực hiện để giảm hậu quả của cháy (xem Bảng C.4);
- r_i là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào rủi ro cháy (xem Bảng C.5);
- c_2 là giá trị của di sản văn hóa trong khu vực;
- c_1 là tổng giá trị xây dựng và kiến trúc của kết cấu (tổng cộng trong toàn bộ các khu vực);

Bảng C.10 – Kiểu tổn thất L3: Giá trị trung bình tiêu biểu của L_F

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu		Loại kết cấu hoặc khu vực
D2 Thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}	Bảo tàng, phòng trưng bày

C.6 Tổn thất về kinh tế (L4)

Giá trị tổn thất L_x đối với mỗi khu vực có thể được xác định theo Bảng C.11, có xét đến:

- tổn thất về các giá trị kinh tế chịu ảnh hưởng bởi các đặc trưng của khu vực. Các tổn thất này được tính theo các hệ số giảm (r_i, r_p, r_t);
- giá trị tổn thất tối đa do các thiệt hại của khu vực phải được giảm theo tỷ số giữa giá trị liên quan trong khu vực đối với tổng giá trị (c_t) của cả kết cấu (các động vật, xây dựng, kiến trúc và các hệ thống bên trong bao gồm cả các hoạt động của chúng). Giá trị liên quan của khu vực phụ thuộc vào kiểu thiệt hại:

D1 (tổn thương tới động vật do điện giật): c_a (giá trị chỉ của động vật)

D2 (thiệt hại vật chất): $c_a + c_b + c_c + c_s$ (giá trị của tất cả các hàng hóa)

D3 (hư hỏng các hệ thống bên trong) c_s (giá trị chỉ của các hệ thống bên trong và hoạt động)

Bảng C.11 - Kiểu tổn thất L4: Các giá trị tổn thất cho mỗi khu vực

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu	Công thức
D1	$L_A = r_t \times L_T \times c_a/c_t^a$	(C.10)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_a/c_t^a$	(C.11)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t^a$	(C.12)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_s/c_t^a$	(C.13)

^a Các tỷ số c_a/c_t và $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t$ và c_s/c_t chỉ có khi xem xét trong công thức từ (C.10) đến (C.13), khi việc đánh giá rủi ro được tiến hành theo 6.10, sử dụng Phụ lục D. Trong trường hợp sử dụng một giá trị đại diện cho rủi ro cho phép R4 theo Bảng 4, không phải tính đến các tỷ số. Trong các trường hợp này, các tỷ số phải được thay bằng 1.

trong đó

- L_T là đại diện giá trị của tất cả các hàng hóa trung bình tương đối bị thiệt hại do điện giật (D1) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.12);
- L_F là đại diện giá trị của tất cả các hàng hóa trung bình tương đối bị thiệt hại do thiệt hại vật chất (D2) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.12);
- L_O là đại diện giá trị của tất cả các hàng hóa trung bình tương đối bị thiệt hại do hư hỏng hệ thống bên trong (D3) do một trường hợp nguy hiểm (xem Bảng C.12);
- r_t là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào loại sàn nhà và đất (xem Bảng C.3);
- r_p là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào các dự phòng được thực hiện để giảm hậu quả của cháy (xem Bảng C.4);
- r_i là hệ số giảm tổn thất do thiệt hại vật chất phụ thuộc vào rủi ro cháy hoặc vào rủi ro nổ của kết cấu (xem Bảng C.5);
- c_a là giá trị của động vật trong khu vực;

TCVN 9888-2:2013

- c_b là giá trị xây dựng liên quan đến khu vực;
- c_c là giá trị kiến trúc trong khu vực;
- c_s là giá trị các hệ thống bên trong bao gồm cả các hoạt động của chúng trong khu vực.
- c_t là tổng giá trị của kết cấu (tổng cộng trên toàn bộ khu vực cả về động vật, xây dựng, kiến trúc và các hệ thống bên trong gồm các hoạt động của chúng).

Bảng C.12 – Kiểu tổn thất L4: Các giá trị trung bình tiêu biểu của L_T , L_F và L_O

Kiểu thiệt hại	Giá trị tổn thất tiêu biểu		Loại kết cấu
	L_T		
D1 Tổn thương do điện giật	L_T	10^{-2}	Tất cả các loại mà nơi đó chỉ có các động vật hiện diện
D2 Thiệt hại vật chất	L_F	1	Rủi ro nổ
		0,5	Bệnh viện, khu công nghiệp, bảo tàng, công trình nông nghiệp
		0,2	Khách sạn, trường học, văn phòng, nhà thờ, khu vui chơi công cộng, khu thương mại.
		10^{-1}	Các kết cấu khác
D3 Hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-1}	Rủi ro nổ
		10^{-2}	Bệnh viện, khu công nghiệp, khách sạn, văn phòng, khu thương mại
		10^{-3}	Bảo tàng, công trình nông nghiệp, trường học, nhà thờ, khu vui chơi công cộng.
		10^{-4}	Các kết cấu khác

CHÚ THÍCH 1: Trong các kết cấu có rủi ro nổ, các giá trị L_F và L_O cần phải đánh giá chi tiết hơn, trong đó tập trung xem xét tới loại kết cấu, rủi ro nổ, khái niệm khu vực của diện tích nguy hiểm và các biện pháp để đáp ứng cho rủi ro, vv...

Khi thiệt hại cho một kết cấu do sét bao gồm cả các kết cấu hoặc môi trường xung quanh (ví dụ các chất thải hóa học hoặc phóng xạ), cần tính đến các tổn thất bổ sung (L_E) để đánh giá tổng tổn thất (L_{FT}):

$$L_{FT} = L_F + L_E \tag{C.14}$$

trong đó:

$$L_E = L_{FE} \times c_o/c_t \tag{C.15}$$

L_{FE} là tổn thất do thiệt hại vật chất bên ngoài kết cấu;

c_o là tổng giá trị hàng hóa ở vị trí nguy hiểm bên ngoài kết cấu.

CHÚ THÍCH 2: Nếu giá trị L_{FE} không xác định, thì ước lượng $L_{FE} = 1$.

Phụ lục D

(tham khảo)

Đánh giá chi phí tổn thất

Chi phí tổn thất C_{LZ} trong một khu vực có thể được tính theo công thức sau:

$$C_{LZ} = R_{4Z} \times c_1 \quad (D.1)$$

trong đó

R_{4Z} là rủi ro liên quan đến giá trị tổn thất trong khu vực, không có các biện pháp bảo vệ;

c_1 là tổng giá trị của kết cấu (động vật, xây dựng, kiến trúc và các hệ thống bên trong gồm các hoạt động hiện thời của chúng).

Chi phí tổng tổn thất C_L trong kết cấu có thể được tính theo công thức sau:

$$C_L = \sum C_{LZ} = R_4 \times c_1 \quad (D.2)$$

trong đó

$R_4 = \sum R_{4Z}$ là rủi ro liên quan đến giá trị tổn thất, không có các biện pháp bảo vệ

Chi phí C_{RLZ} của tổn thất còn lại trong một khu vực mặc dù có thể tính các biện pháp bảo vệ theo công thức

$$C_{RLZ} = R'_{4Z} \times c_1 \quad (D.3)$$

trong đó

R'_{4Z} là rủi ro liên quan đến giá trị tổn thất trong khu vực, có các biện pháp bảo vệ

Tổng chi phí C_{RL} của giá trị tổn thất còn lại trong kết cấu mặc dù có thể tính toán các biện pháp bảo vệ bằng công thức

$$C_{RL} = \sum C_{RLZ} = R'_4 \times c_1 \quad (D.4)$$

trong đó

$R'_4 = \sum R'_{4Z}$ là rủi ro liên quan đến giá trị tổn thất trong kết cấu, có các biện pháp bảo vệ

Tổng chi phí C_{PM} hàng năm của các biện pháp bảo vệ có thể tính toán bằng công thức:

$$C_{PM} = C_P \times (i + a + m) \quad (D.5)$$

trong đó

C_P là chi phí của các biện pháp bảo vệ

i là lãi suất

TCVN 9888-2:2013

a là tốc độ hao mòn

m là tỷ số bảo trì

Thành tiền tiết kiệm hàng năm là

$$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (D.6)$$

Việc bảo vệ được hợp lý nếu thành tiền tiết kiệm hàng năm $S_M > 0$

Phụ lục E

(tham khảo)

Phân tích các trường hợp

E.1 Qui định

Trong Phụ lục E trường hợp nghiên cứu liên quan đến nhà ở ngoại thành, một tòa nhà văn phòng, một bệnh viện và một chung cư được xây dựng với mục đích chỉ rõ

- cách tính toán rủi ro và xác định nhu cầu bảo vệ;
- đóng góp của các thành phần rủi ro khác tới toàn bộ rủi ro;
- ảnh hưởng của các biện pháp bảo vệ khác để giảm rủi ro;
- phương pháp lựa chọn trong số các giải pháp bảo vệ khác tính đến hiệu quả về chi phí.

CHÚ THÍCH: Chương này trình bày dữ liệu giả định cho tất cả các trường hợp. Nó được dùng để cung cấp thông tin về đánh giá rủi ro nhằm minh họa các nguyên lý có trong tiêu chuẩn này. Nó không được dùng để giải quyết các khía cạnh duy nhất của các điều kiện tồn tại trong tất cả các phương tiện hoặc hệ thống.

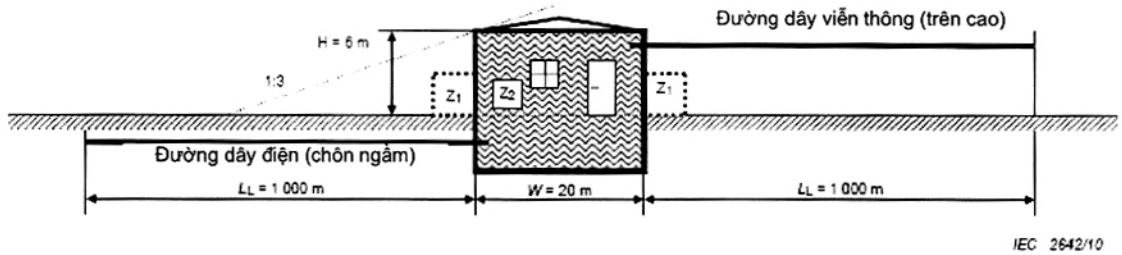
E.2 Nhà ngoại thành

Trường hợp nghiên cứu đầu tiên, một nhà ngoại thành được xem xét.

Tổn thất về cuộc sống con người (L1) và tổn thất kinh tế (L4) có liên quan tới loại kết cấu này.

Yêu cầu đánh giá nhu cầu bảo vệ. Điều này có nghĩa chỉ cần thiết xác định rủi ro R_1 cho tổn thất về cuộc sống con người (L1) có các thành phần rủi ro R_A , R_B , R_U và R_V (theo Bảng 2) và so sánh nó với rủi ro cho phép $R_T = 10^{-5}$ (theo Bảng 4). Các biện pháp bảo vệ thích hợp để giảm thiểu rủi ro như vậy sẽ được lựa chọn.

Quyết định tiếp theo của chủ sở hữu mà không yêu cầu đánh giá kinh tế thì không xét tới rủi ro R_4 về tổn thất kinh tế (L4).



CHÚ DẪN:

- Z₁ bên ngoài
- Z₂ các phòng

Hình E.1 – Nhà ở ngoại thành

E.2.1 Dữ liệu và các đặc trưng liên quan

Nhà ở ngoại thành nằm trong lãnh thổ bằng phẳng không có các kết cấu lân cận. Mật độ sét đánh là $N_G = 4$ trên mỗi km^2 hàng năm. Năm người sống trong nhà. Đây cũng là tổng số người được xem xét, giả định rằng không có người bên ngoài ngôi nhà khi có bão.

Dữ liệu cho ngôi nhà và môi trường xung quanh của nó được đưa ra trong Bảng E.1.

Dữ liệu cho các đường dây đầu vào và các hệ thống bên trong của chúng được nối tới đường dây điện được đưa ra trong Bảng E.2 và tới đường dây viễn thông được đưa ra trong Bảng E.3.

Bảng E.1 – Nhà ở ngoại thành: Các đặc trưng về môi trường và kết cấu

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/km^2/năm$)		N_G	4,0	
Kích thước của kết cấu (m)		L, W, H	15, 20, 6	
Yếu tố vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_D	1	Bảng A.1
Hệ thống LPS	Không	P_B	1	Bảng B.2
Liên kết đẳng thế	Không	P_{EB}	1	Bảng B.7
Màn chắn ngoài không gian	Không	K_{S1}	1	Công thức (B.5)

Bảng E.2 – Nhà ngoại thành: Đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m) ^a		L_L	1000	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_I	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây hạ áp	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C_E	1	Bảng A.4
Màn chắn đường dây	Không được bảo vệ	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu	Không có	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	2,5	
	Các thông số kết quả	K_{S4}	0,4	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,3	Bảng B.9

^a Khi chiều dài L_L của đoạn dây không xác định, giả định $L_L = 1000\text{m}$ (Điều A.4 và Điều A.5)

Bảng E.3 – Nhà ngoại thành: Đường dây viễn thông (TLC)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m) ^a		L_L	1000	
Yếu tố lắp đặt	Trên không	C_I	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây viễn thông	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C_E	1	Bảng A.4
Màn chắn đường dây	Không được bảo vệ	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	1,5	
	Các thông số kết quả	K_{S4}	0,67	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,5	Bảng B.9

^a Khi chiều dài L_L của đoạn dây không xác định, giả định $L_L = 1000\text{m}$ (Điều A.4 và Điều A.5)

TCVN 9888-2:2013

E.2.2 Định nghĩa các khu vực trong nhà ngoại thành

Các khu vực chính sau đây có thể được định nghĩa:

- Z_1 (bên ngoài tòa nhà);
- Z_2 (bên trong tòa nhà).

Đối với khu vực Z_1 giả định rằng không có người ở bên ngoài tòa nhà. Do đó rủi ro bị điện giật của người $R_A = 0$. Vì R_A chỉ là thành phần rủi ro bên ngoài tòa nhà, khu vực Z_1 có thể được bỏ qua hoàn toàn.

Bên trong tòa nhà chỉ có một khu vực Z_2 được xác định tính đến

- Cả hai hệ thống bên trong (điện và viễn thông) mở rộng khắp tòa nhà,
- Không có bảo vệ không gian,
- Kết cấu là một khoang chống cháy duy nhất,
- Các tổn thất được cho là không thay đổi trong tất cả tòa nhà và tương ứng với các giá trị trung bình điển hình của Bảng C.1.

Các yếu tố kết quả có giá trị đối với khu vực Z_2 được báo cáo trong Bảng E.4.

Bảng E.4 – Nhà ngoại thành: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₂ (bên trong tòa nhà)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Dây viễn thông	P_{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Thấp	R_f	10^{-3}	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (Mạch vòng lớn > 10m ²)	K_{S3}	1	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h_z	1	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
		D2: do tổn thương vật lý	L_F	10^{-1}	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	-	
Yếu tố về người trong khu vực		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 5/5 \times 8760/8760$	-	1	
		Các thông số dẫn đến	L_A	10^{-7}	Công thức (C.1)
			L_U	10^{-7}	Công thức (C.2)
			L_B	10^{-4}	Công thức (C.3)
			L_V	10^{-4}	Công thức (C.3)

E.2.3 Tính toán các số lượng có liên quan

Các phép tính toán được đưa ra trong Bảng E.5 đối với các diện tích thu nhận và trong Bảng E.6 đối với số các trường hợp nguy hiểm dự kiến.

Bảng E.5 – Nhà ngoại thành: Các diện tích thu nhận của kết cấu và các đường dây

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	A _D	2,58 x 10 ³	(A.2)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	A _M	-	(A.7)	Không liên quan
Đường dây điện	A _{U/P}	4,00 x 10 ⁴	(A.9)	$A_{U/P} = 40 \times L_L$
	A _{V/P}	4,00 x 10 ⁶	(A.11)	$A_{V/P} = 4000 \times L_L$
	A _{D/U/P}	0	(A.2)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	A _{U/T}	4,00 x 10 ⁴	(A.9)	$A_{U/T} = 40 \times L_L$
	A _{V/T}	4,00 x 10 ⁶	(A.11)	$A_{V/T} = 4000 \times L_L$
	A _{D/U/T}	0	(A.2)	Không có kết cấu lân cận

Bảng E.6 – Nhà ngoại thành: Số các trường hợp nguy hiểm dự kiến hàng năm

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	N _D	1,03 x 10 ⁻²	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$
	N _M	-	(A.6)	Không liên quan
Đường dây điện	N _{U/P}	8 x 10 ⁻²	(A.8)	$N_{U/P} = N_G \times A_{U/P} \times C_{U/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	N _{V/P}	8,00	(A.10)	$N_{V/P} = N_G \times A_{V/P} \times C_{V/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	N _{D/U/P}	0	(A.5)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	N _{U/T}	1,60 x 10 ⁻¹	(A.8)	$N_{U/T} = N_G \times A_{U/T} \times C_{U/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	N _{V/T}	16	(A.10)	$N_{V/T} = N_G \times A_{V/T} \times C_{V/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	N _{D/U/T}	0	(A.5)	Không có kết cấu lân cận

E.2.4 Rủi ro R₁ – Xác định nhu cầu bảo vệ

Rủi ro R₁ có thể được biểu diễn theo phương trình (1) bằng tổng của các thành phần sau đây:

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U/P} + R_{V/P} + R_{U/T} + R_{V/T}$$

Các thành phần rủi ro được đánh giá theo Bảng 6.

Các thành phần có liên quan và đánh giá rủi ro tổng cộng được đưa ra trong Bảng E.7

Bảng E.7 – Nhà ngoại thành: Rủi ro R₁ đối với kết cấu không được bảo vệ (các giá trị x 10⁻⁵)

	Ký hiệu	Z ₁	Z ₂	Kết cấu
D1 - Tổn thương	R _A	-	≈ 0	≈ 0
	R _U = R _{U/P} + R _{U/T}	-	0,002	0,002
D2 - Thiệt hại vật chất	R _B	-	0,103	0,103
	R _V = R _{V/P} + R _{V/T}	-	2,40	2,40
Tổng cộng		-	2,51	R_{T1} = 2,51
Cho phép		R₁ > R_T: Bảo vệ chống sét được yêu cầu		R_T = 1

Vì $R_1 = 2,51 \times 10^{-5}$ cao hơn giá trị cho phép $R_T = 10^{-5}$, nên yêu cầu bảo vệ chống sét cho kết cấu.

E.2.5 Rủi ro R_1 – Lựa chọn các biện pháp bảo vệ

Theo Bảng E.7 những đóng góp chính vào giá trị rủi ro được xác định bởi :

- Thành phần R_V là 96% (sét đánh vào các đường dây);
- Thành phần R_B là 4% (sét đánh vào kết cấu).

Để giảm rủi ro R_1 tới giá trị cho phép, các biện pháp bảo vệ ảnh hưởng đến các thành phần R_V và R_B cần được xem xét. Các biện pháp thích hợp bao gồm:

- a) Lắp thiết bị SPD của mức bảo vệ chống sét LPL cấp IV ở đầu vào đường dây (liên kết đẳng thế sét) để bảo vệ cả đường dây điện và viễn thông trong nhà. Theo Bảng B.7 điều này giảm giá trị P_{EB} (do thiết bị SPD nối trên đường dây) từ 1 xuống 0,05 và các giá trị sau cùng của P_U và P_V theo cùng hệ số;
- b) Lắp một hệ thống LPS cấp IV (gồm liên kết chống sét đẳng thế bắt buộc). Theo Bảng B.2 và B.7, việc này làm giảm giá trị P_B từ 1 xuống 0,2 và giá trị P_{EB} (do nối các thiết bị SPD trên đường dây) từ 1 xuống 0,05 và cuối cùng các giá trị P_U và P_V theo cùng hệ số.

Đưa các giá trị này vào các công thức, thu được những giá trị mới của các thành phần rủi ro, như thể hiện trong Bảng E.8 .

Bảng E.8 – Nhà ngoại thành: Thành phần rủi ro liên quan rủi ro R_1 cho kết cấu cần bảo vệ

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Kết quả trường hợp a) $\times (10^{-5})$	Kết quả trường hợp b) $\times (10^{-5})$
D1 Tổn thương do điện giật	R_A	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$	≈ 0	≈ 0
D2	R_B	0,103	0,021
Thiệt hại vật chất	R_V	0,120	0,120
Tổng cộng	R_1	0,223	0,141

Lựa chọn giải pháp được quyết định vào các yếu tố kinh tế và kỹ thuật.

E.3 Tòa nhà văn phòng

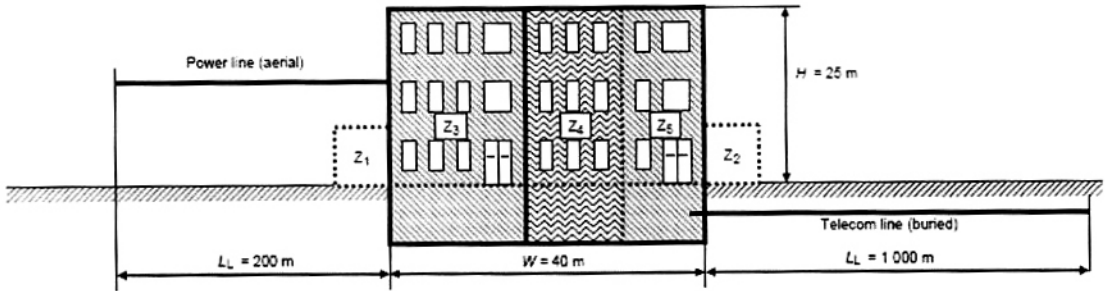
Nghiên cứu trường hợp thứ hai, một tòa nhà văn phòng có kho, văn phòng và trung tâm máy tính được xét tới (Hình E.2).

Tổn thất về cuộc sống con người (L1) và tổn thất kinh tế (L4) có liên quan với loại kết cấu.

Được yêu cầu đánh giá nhu cầu bảo vệ. Điều này có nghĩa chỉ cần xác định rủi ro R_1 đối với tổn thất về cuộc sống con người (L1) có các thành phần rủi ro R_A , R_B , R_U và R_V (theo Bảng 2) và so sánh nó với rủi ro cho phép $R_T = 10^{-5}$ (theo Bảng 4). Các biện pháp bảo vệ phù hợp sẽ được lựa chọn để giảm rủi ro bằng hoặc thấp hơn rủi ro cho phép.

TCVN 9888-2:2013

Quyết định tiếp theo của chủ sở hữu mà không yêu cầu đánh giá kinh tế thì không xét tới rủi ro R_4 về tổn thất kinh tế (L4).



IEC 2643/10

CHÚ DẪN:

- Z₁: lối vào (bên ngoài)
- Z₂: vườn (bên trong)
- Z₃: kho
- Z₄: văn phòng
- Z₅: trung tâm máy tính

Hình E.2 – Tòa nhà văn phòng

E.3.1 Các đặc trưng và dữ liệu liên quan

Tòa nhà văn phòng nằm trong lãnh thổ bằng phẳng mà không có bất kỳ kết cấu lân cận. Mật độ sét đánh xuống là $N_G = 4$ mỗi km^2 hàng năm.

Dữ liệu về tòa nhà và môi trường xung quanh của nó được đưa ra trong Bảng E.9.

Dữ liệu về các đường dây đầu vào và các hệ thống bên trong được nối của chúng được đưa ra về các đường dây điện trong Bảng E.10 và về đường dây viễn thông trong Bảng E.11.

Bảng E.9 – Tòa nhà văn phòng: Các đặc trưng về kết cấu và môi trường

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/km^2/năm$)		N_G	4,0	
Kích thước của kết cấu (m)		L, W, H	20, 40, 25	
Yếu tố vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_D	1	Bảng A.1
Hệ thống LPS	Không	P_B	1	Bảng B.2
Liên kết đẳng thế	Không	P_{EB}	1	Bảng B.7
Màn chắn ngoài không gian	Không	K_{S1}	1	Công thức (B.5)

Bảng E.10 – Tòa nhà văn phòng: Đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	200	
Yếu tố lắp đặt	Trên không	C_I	1	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây hạ áp	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C_E	1	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Không được bảo vệ	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu	Không có	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	2,5	
	Các thông số kết quả	K_{S4}	0,4	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,3	Bảng B.9

Bảng E.11 – Tòa nhà văn phòng: Đường dây viễn thông

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	1000	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_I	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây viễn thông	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C_E	1	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Không được bảo vệ	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	1,5	
	Các thông số kết quả	K_{S4}	0,67	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,5	Bảng B.9

E.3.2 Định nghĩa các khu vực trong tòa nhà văn phòng

Các khu vực sau đây được định nghĩa

Z_1 (Bên ngoài khu vực lối vào)

Z_2 (Vườn cây bên ngoài)

TCVN 9888-2:2013

Z₃ (Kho)

Z₄: (Văn phòng)

Z₅: (Trung tâm máy tính)

có tính đến

- loại bề mặt khác nhau ở bên ngoài khu vực lối vào, bên ngoài vườn và bên trong kết cấu;
- kết cấu được chia thành hai khu vực chịu lửa tách biệt: Khu vực đầu là kho (Z₃) và khu vực thứ hai là các khu văn phòng cùng với trung tâm máy tính (Z₄ và Z₅);
- trong tất cả các khu vực bên trong, Z₃, Z₄ và Z₅, các hệ thống bên trong được nối tới các đường dây điện cũng như tới các đường dây viễn thông hiện có;
- không có các màn chắn không gian.

Trong các khu vực khác nhau bên trong và bên ngoài tòa nhà văn phòng, xem xét số người tổng cộng là 200 người.

Số người liên quan đến mỗi khu vực là khác nhau. Phân bố bên trong các khu vực riêng được chỉ trong Bảng E.12. Các giá trị này được sử dụng sau đó chia nhỏ tổng các giá trị tổn thất bên trong các phần đối với mỗi khu vực.

Bảng E.12 – Tòa nhà văn phòng: Phân bố số người bên trong các khu vực

Khu vực	Số người	Thời gian có mặt
Z ₁ (Bên ngoài khu vực lối vào)	4	8760
Z ₂ (Vườn cây bên ngoài)	2	8760
Z ₃ (Kho)	20	8760
Z ₄ : (Văn phòng)	160	8760
Z ₅ : (Trung tâm máy tính)	14	8760
Tổng cộng	n_t = 200	-

Theo đánh giá của các nhà thiết kế chống sét, các giá trị trung bình tiêu biểu của tổng tổn thất tương đối hàng năm liên quan đến rủi ro R₁ (xem Bảng C.1) cho cả kết cấu là

- L_T = 10⁻² (bên ngoài kết cấu)
- L_T = 10⁻² (bên trong kết cấu)
- L_F = 0,02 được phân loại như "tòa nhà thương mại"

Các giá trị tổng quát này đối với mỗi khu vực theo số người bị nguy hiểm trong khu vực riêng liên quan đến tổng số người được xét.

Các đặc trưng kết quả của các khu vực từ Z₁ đến Z₅ được đưa ra trong Bảng E.13 đến E.17.

Bảng E.13 – Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₁ (bên ngoài khu lõi vào)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Bề mặt đất	Đá cẩm thạch	r_f	10^{-3}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật	Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Rủi ro cháy	Không	r_f	0	Bảng C.5
Bảo vệ cháy	Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong	Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
L1: Tổn thất về cuộc sống con người	Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h_z	1	Bảng C.6
	D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
	D2: do tổn thương vật lý	L_F	-	
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	-	
Yếu tố về người trong khu vực	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 4/2 \times 8760/8760$	-	0,02	

Bảng E.14 – Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₂ (vườn bên ngoài)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Bề mặt đất	Thảm cỏ	r_f	10^{-2}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật	Hàng rào	P_{TA}	0	Bảng B.1
Rủi ro cháy	Không	r_f	0	Bảng C.5
Bảo vệ cháy	Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong	Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
L1: Tổn thất về cuộc sống con người	Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h_z	1	Bảng C.6
	D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
	D2: do tổn thương vật lý	L_F	-	
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	-	
Yếu tố về người trong khu vực	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 2/200 \times 8760/8760$	-	0,01	

Bảng E.15 – Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₃ (kho)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P_{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Cao	r_f	10^{-1}	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (Mạch vòng lớn > 10m ²)	K_{S3}	1	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: Lực ép thấp	h_z	2	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
		D2: do tổn thương vật lý	L_F	0,02	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	-	
Yếu tố về người bị nguy hiểm		$n_2/n_1 \times t_2/8760 = 20/200 \times 8760/8760$	-	0,10	

Bảng E.16 – Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₄ (văn phòng)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P_{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Cao	r_f	10^{-1}	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (Mạch vòng lớn > 10m ²)	K_{S3}	1	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: Lực ép thấp	h_z	2	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
		D2: do tổn thương vật lý	L_F	0,02	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_o	-	
Yếu tố về người bị nguy hiểm		$n_z/n_i \times t_z/8760 = 160/200 \times 8760/8760$	-	0,80	

Bảng E.17 – Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₅ (trung tâm máy tính)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r _f	10 ⁻⁵	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P _{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P _{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Thấp	r _f	10 ⁻³	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r _p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K _{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K _{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P _{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (Mạch vòng lớn > 10m ²)	K _{S3}	1	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P _{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tồn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: lực ép thấp	h _z	2	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L _T	10 ⁻²	Bảng C.2
		D2: do tổn thương vật lý	L _F	0,02	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L _O	-	
Yếu tố về người bị nguy hiểm		n _z /n _t x t _z /8760 = 14/200 x 8760/8760	-	0,07	

E.3.3 Tính toán các số lượng liên quan

Các tính toán được đưa ra trong Bảng E.18 đối với các diện tích thu nhận và trong Bảng E.19 đối với số các trường hợp nguy hiểm dự kiến.

Bảng E.18 – Tòa nhà văn phòng: Các diện tích thu nhận của kết cấu và các đường dây

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	A _D	2,75 x 10 ⁴	(A.2)	A _D = L x W + 2 x (3 x H) x (L + W) + π x (3 x H) ²
	A _M	-	(A.7)	Không liên quan
Đường dây điện	A _{L/P}	8,00 x 10 ³	(A.9)	A _{L/P} = 40 x L _L
	A _{I/P}	8,00 x 10 ⁵	(A.11)	Không liên quan
	A _{DA/P}	0	(A.2)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	A _{L/T}	4,00 x 10 ⁴	(A.9)	A _{L/P} = 40 x L _L
	A _{I/T}	4,00 x 10 ⁶	(A.11)	Không liên quan
	A _{DA/T}	0	(A.2)	Không có kết cấu lân cận

Bảng E.19 – Tòa nhà văn phòng: Số các trường hợp nguy hiểm dự kiến hàng năm

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	N _D	1,10 x 10 ⁻¹	(A.4)	N _D = N _G x A _D x C _D x 10 ⁻⁶
	N _M	-	(A.6)	Không liên quan
Đường dây điện	N _{L/P}	3,2 x 10 ⁻²	(A.8)	N _{L/P} = N _G x A _{L/P} x C _{L/P} x C _{E/P} x C _{T/P} x 10 ⁻⁶
	N _{V/P}	3,20	(A.10)	Không liên quan
	N _{DA/P}	0	(A.5)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	N _{L/T}	8,00 x 10 ⁻²	(A.8)	N _{L/T} = N _G x A _{L/T} x C _{L/T} x C _{E/T} x C _{T/T} x 10 ⁻⁶
	N _{V/T}	8,00	(A.10)	Không liên quan
	N _{DA/T}	0	(A.5)	Không có kết cấu lân cận

E.3.4 Rủi ro R₁ – Xác định nhu cầu bảo vệ

Giá trị các thành phần rủi ro đối với kết cấu không được bảo vệ được báo cáo trong Bảng E.20.

Bảng E.20 – Tòa nhà văn phòng: Rủi ro R₁ đối với kết cấu không được bảo vệ (các giá trị x 10⁻⁵)

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Kết cấu
D1 - Tổn thương	R _A	0,002	0	≈ 0	0,001	≈ 0	0,003
	R _U = R _{U/P} + R _{U/T}			≈ 0	0,001	≈ 0	0,001
D2 - Thiệt hại vật chất	R _B			4,395	0,352	0,031	4,778
	R _V = R _{V/P} + R _{V/T}			4,480	0,358	0,031	4,870
Tổng cộng		0,002	0	8,876	0,712	0,062	R_{T1} = 9,65
Cho phép		R₁ > R_T: Bảo vệ chống sét được yêu cầu					R_T = 1

Vì R₁ = 9,65 x 10⁻⁵ cao hơn giá trị cho phép R_T = 10⁻⁵, nên yêu cầu bảo vệ chống sét cho kết cấu.

E.3.5 Rủi ro R₁ – Lựa chọn các biện pháp bảo vệ

Rủi ro R₁ trong kết cấu được tập trung chủ yếu vào khu vực Z₃ do thiệt hại vật chất gây ra khi sét đánh lửa kết cấu hoặc các đường dây được nối (các thành phần R_B ≈ 49% và R_V ≈ 50% cùng với rủi ro tổng thể bao trùm là 99%) (xem Bảng E.20)

Các thành phần rủi ro chủ yếu này có thể giảm bằng cách:

- cung cấp cho toàn bộ tòa nhà một hệ thống chống sét LPS tuân theo IEC 62305-2 giảm thành phần R_B thông qua xác suất P_B. Liên kết đẳng thế chống sét ở đầu vào – yêu cầu bắt buộc của hệ thống LPS – cũng giảm các thành phần R_V và R_U thông qua xác suất P_{EB};

TCVN 9888-2:2013

- cung cấp cho khu vực Z_3 (kho) các biện pháp bảo vệ chống các hậu quả cháy (như các bình cứu hỏa, hệ thống phát hiện cháy tự động, vv). Điều này sẽ giảm các thành phần R_B và R_V bằng cách giảm hệ số r_P ;
- cung cấp liên kết đẳng thế chống sét theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) tại đầu vào của tòa nhà. Điều này sẽ chỉ giảm các thành phần R_U và R_V qua xác suất P_{EB} .

Kết hợp các yếu tố khác nhau của các biện pháp bảo vệ này, các giải pháp sau đây sẽ được áp dụng:

Giải pháp a)

- Bảo vệ tòa nhà bằng hệ thống LPS cấp III theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3), để giảm thành phần R_B ($P_B = 0,1$).
- Hệ thống LPS này gồm có liên kết đẳng thế chống sét bắt buộc tại đầu vào bằng các thiết bị SPD được thiết kế cho mức LPL III (xác suất $P_{EB} = 0,05$) và giảm các thành phần R_U và R_V .

Giải pháp b)

- Bảo vệ tòa nhà bằng một hệ thống LPS cấp IV tuân theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) để giảm thành phần R_B ($P_B=0,2$).
- Hệ thống LPS này gồm có liên kết đẳng thế chống sét bắt buộc tại đầu vào bằng các thiết bị SPD được thiết kế cho mức LPL cấp IV (xác suất $P_{EB} = 0,05$) và giảm các thành phần R_U và R_V .
- Sử dụng các hệ thống cứu hỏa (hoặc phát hiện) để giảm các thành phần R_B và R_V . Lắp đặt một hệ thống điều khiển bằng tay trong khu vực Z_3 (kho) ($r_P = 0,5$).

Đối với các giải pháp, các giá trị rủi ro từ Bảng E.20 sẽ thay đổi các giá trị được giảm báo cáo trong Bảng E.21.

Bảng E.21 – Tòa nhà văn phòng: Rủi ro R_1 cho kết cấu cần bảo vệ (giá trị $\times 10^{-5}$)

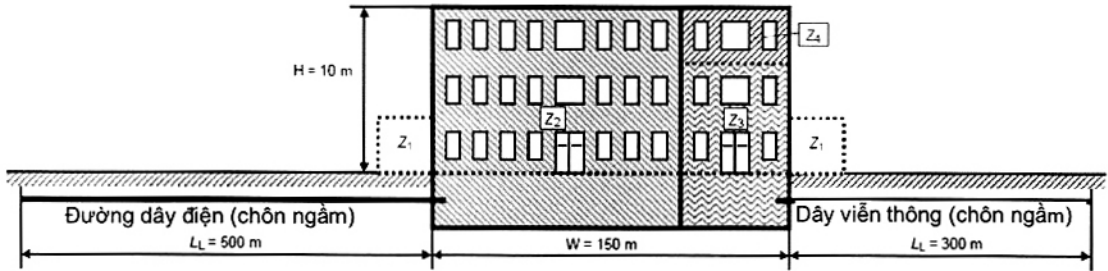
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Tổng cộng	Cho phép	Kết quả
Giải pháp a)	≈ 0	0	0,664	0,053	0,005	$R_1 = 0,722$	$R_T = 1$	$R_1 \leq R_T$
Giải pháp b)	≈ 0	0	0,552	0,089	0,008	$R_1 = 0,648$	$R_T = 1$	$R_1 \leq R_T$

Cả hai giải pháp đều giảm rủi ro dưới giá trị cho phép. Giải pháp sẽ được áp dụng là giải pháp có cả giải pháp phạm vi kỹ thuật tốt nhất và hiệu quả về chi phí nhất.

E.4 Bệnh viện

Trường hợp phức tạp hơn, nghiên cứu này xem xét công trình bệnh viện tiêu chuẩn có khu phòng bệnh, khu phẫu thuật và khu chăm sóc chuyên sâu.

Tổn thất về cuộc sống con người (L1) và tổn thất kinh tế (L4) có liên quan với loại công trình này. Được yêu cầu đánh giá nhu cầu bảo vệ và các hiệu quả về chi phí của các biện pháp bảo vệ; điều này yêu cầu đánh giá các rủi ro R_1 và R_4 .



IEC 2644/10

CHÚ DẪN

- Z₁: bên ngoài
- Z₂: các phòng bệnh
- Z₃: khối phòng phẫu thuật
- Z₄: phòng chăm sóc chuyên sâu

Hình E.3 – Bệnh viện

E.4.1 Các đặc trưng và dữ liệu liên quan

Bệnh viện nằm trong lãnh thổ bằng phẳng không có bất kỳ kết cấu lân cận. Mật độ sét đánh xuống là $N_G = 4$ mỗi km^2 hàng năm.

Dữ liệu về tòa nhà và môi trường xung quanh được đưa ra trong Bảng E.22.

Dữ liệu về các đường dây đầu vào và các hệ thống bên trong được nối của chúng được đưa ra về các đường dây điện trong Bảng E.23 và về đường dây viễn thông trong Bảng E.24.

Bảng E.22 – Bệnh viện: Các đặc trưng về kết cấu tổng thể và môi trường

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/km^2/năm$)		N_G	4,0	
Kích thước của kết cấu (m)		L, W, H	50,150,10	
Yếu tố vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_D	1	Bảng A.1
Hệ thống LPS	Không	P_B	1	Bảng B.2
Liên kết đẳng thế	Không	P_{EB}	1	Bảng B.7
Màn chắn ngoài không gian	Không	K_{S1}	1	Công thức (B.5)

Bảng E.23 – Bệnh viện: Đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	500	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_I	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây hạ áp (có biến áp HV/LV)	C_T	0,2	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Ngoại thành	C_E	0,5	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Màn chắn đường dây được ghép nối với thanh ghép nối như thiết bị	R_S	$R_S \leq 1$	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Màn chắn đường dây được ghép nối với thanh ghép nối như thiết bị	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	0	
Kết cấu lân cận (m)	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu lân cận	Không có	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	2,5	
Các thông số kết quả		K_{S4}	0,4	Công thức (B.7)
		P_{LD}	0,2	Bảng B.8
		P_{LI}	0,3	Bảng B.9

Bảng E.24 – Bệnh viện: Đường dây viễn thông

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	300	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_I	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây viễn thông	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Ngoại thành	C_E	0,5	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Màn chắn đường dây được ghép nối với thanh ghép nối như thiết bị	R_S	$1 \leq R_S \leq 5$	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Màn chắn đường dây được ghép nối với thanh ghép nối như thiết bị	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	0	
Kết cấu lân cận	Dài, rộng, cao	L_J, W_J, H_J	20, 30, 5	
Hệ số vị trí của kết cấu lân cận	Kết cấu được cách ly	C_{DJ}	1	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	1,5	
Các thông số kết quả		K_{S4}	0,67	Công thức (B.7)
		P_{LD}	0,8	Bảng B.8
		P_{LI}	0,5	Bảng B.9

E.4.2 Định nghĩa các khu vực trong bệnh viện

Các khu vực sau đây được định nghĩa

Z₁ (Bên ngoài tòa nhà)

Z₂ (các phòng)

Z₃ (khu phẫu thuật)

Z₄: (phòng chăm sóc chuyên sâu)

có tính đến

- loại bề mặt khác nhau ở bên ngoài kết cấu tính từ lõi vào kết cấu;
- kết cấu được chia thành hai khu vực chịu lửa tách biệt: Khu vực đầu là khu phòng bệnh (Z₂) và khu vực thứ hai là các khu phẫu thuật cùng với khu chăm sóc chuyên sâu (Z₂ và Z₄);
- trong tất cả các khu vực bên trong, Z₂, Z₃ và Z₄, các hệ thống bên trong được nối tới các đường dây điện cũng như tới các đường dây viễn thông hiện có;
- không có các màn chắn không gian;
- khu chăm sóc chuyên sâu có các hệ thống điện tử đặc biệt nhạy và một màn chắn không gian có thể áp dụng như biện pháp bảo vệ;

Trong các khu vực khác nhau bên trong và bên ngoài bệnh viện, xem xét số người tổng cộng là 1 000 người.

Số người, thời gian có mặt và các giá trị kinh tế liên quan đến mỗi khu vực là khác nhau. Phân bố bên trong các khu vực riêng và các giá trị tổng thể được chỉ trong Bảng E.25. Các giá trị này được sử dụng sau đó để chia nhỏ tổng các giá trị tổn thất bên trong các phần đối với mỗi khu vực.

Bảng E.25 – Bệnh viện: Phân bố số người và các giá trị kinh tế bên trong các khu vực

Khu vực	Số người	Thời gian có mặt (h/y)	Các giá trị kinh tế \$ x 10 ⁶				Tổng C _t
			Động vật C _a	Xây dựng C _b	Kiến trúc C _c	Hệ thống bên trong C _s	
Z ₁ (Bên ngoài tòa nhà)	10	8760	-	-	-	-	-
Z ₂ (Khu phòng)	950	8760	-	70	6	3,5	79,5
Z ₃ (khu phẫu thuật)	35	8760	-	2	0,9	5,5	8,4
Z ₄ : (phòng chăm sóc chuyên sâu)	5	8760	-	1	0,1	1,0	2,1
Tổng	n_t = 1000	-	0	73	7	10	90,0

TCVN 9888-2:2013

Đối với rủi ro R_1 , theo đánh giá của các nhà thiết kế chống sét, các giá trị tổn thất cơ bản (giá trị trung bình điển hình của tổng tổn thất tương đối mỗi năm) theo Bảng C.2 và các yếu tố gia tăng đối với các nguy hiểm đặc biệt theo Bảng C.6 như sau:

- $L_T = 10^{-2}$ trong khu vực Z_1 bên ngoài kết cấu;
- $L_T = 10^{-2}$ trong khu vực Z_2, Z_3, Z_4 bên trong kết cấu;
- $L_F = 10^{-1}$ trong khu vực Z_2, Z_3, Z_4 bên trong kết cấu;
- $h_z = 5$ trong khu vực Z_2, Z_3, Z_4 bên trong kết cấu do khó khăn khi sơ tán;
- $L_O = 10^{-3}$ trong khu vực Z_2 (khu phòng bệnh);
- $L_O = 10^{-2}$ trong khu vực Z_3 (khu phẫu thuật) và khu vực Z_4 (khu chăm sóc chuyên sâu).

Những giá trị tổn thất cơ bản này đã được giảm đối với từng khu vực theo công thức từ (C.1) đến (C.4) có tính đến số lượng người bị đe dọa trong khu vực riêng liên quan đến tổng số người được xét và thời gian con người có mặt.

Đối với rủi ro R_4 các giá trị tổn thất cơ bản theo Bảng C.12 như sau:

- $L_T = 0$ không có động vật bị đe dọa ;
- $L_F = 0,5$ trong khu vực Z_2, Z_3, Z_4 bên trong kết cấu ;
- $L_O = 10^{-2}$ trong khu vực Z_2, Z_3, Z_4 bên trong kết cấu.

Những giá trị tổn thất cơ bản này đã được giảm đối với mỗi khu vực theo các công thức từ (C.11) đến (C.13) có tính đến xem xét giá trị bị đe dọa trong khu vực riêng liên quan đến tổng giá trị của kết cấu (động vật, xây dựng, kiến trúc, hệ thống bên trong và các hoạt động). Giá trị bị đe dọa trong khu vực riêng phụ thuộc vào kiểu thiệt hại:

- D1 (Tổn thương do điện giật): chỉ có giá trị với các động vật c_a ;
- D2 (Thiệt hại vật chất): tổng tất cả các giá trị $c_a + c_b + c_c + c_s$;
- D3 (hư hỏng hệ thống bên trong): chỉ có giá trị với hệ thống bên trong và các hoạt động của nó c_s .

Các đặc trưng kết quả của các khu vực từ Z_1 đến Z_4 được đưa ra trong các Bảng từ E.26 đến E.29.

Bảng E.26 – Bệnh viện: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₁ (bên ngoài tòa nhà)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Bề mặt đất	Bê tông	r_f	10^{-2}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật	Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Rủi ro cháy	Không	r_f	0	Bảng C.5
Bảo vệ cháy	Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong	Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
L1: Tổn thất về cuộc sống con người	Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h_z	1	Bảng C.6
	D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
	D2: do tổn thương vật lý	L_F	0	
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	0	
Yếu tố về người trong khu vực	$n_z/n_x \times t_z/8760 = 10/1000 \times 8760/8760$	-	0,01	

Bảng E.27 – Bệnh viện: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₂ (khu phòng)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo	
Loại sàn	Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3	
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)	Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1	
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)	Không có	P_{TU}	1	Bảng B.6	
Rủi ro cháy	Thông thường	r_f	10^{-2}	Bảng C.5	
Bảo vệ cháy	Không có	r_p	1	Bảng C.4	
Màn chắn không gian bên trong	Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)	
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng cáp)	K_{S3}	0,01	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người	Nguy hiểm đặc biệt: khó sơ tán	h_z	5	Bảng C.6	
	D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2	
	D2: do thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}		
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-3}		
Yếu tố về người bị nguy hiểm	$n_z/n_x \times t_z/8760 = 950/1000 \times 8760/8760$	-	0,95		
L4: Tổn thất về kinh tế	D2: Do thiệt hại vật chất	L_F	0,5	Bảng C.12	
	D2: Hệ số $(c_a+c_b+c_c+c_s)/c_t = 79,5/90$	-	0,883		
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}		
	D3: Hệ số $c_s/c_t = 3,5/90$	-	0,039		

Bảng E.28 – Bệnh viện: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₃ (khu phẫu thuật)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P_{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Thấp	r_f	10^{-3}	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{SZ}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng cáp)	K_{S3}	0,01	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: khó sơ tán	h_z	5	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
		D2: do thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}	
Yếu tố về người bị nguy hiểm		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 35/1000 \times 8760/8760$	-	0,035	
L4: Tổn thất về kinh tế		D2: Do thiệt hại vật chất	L_F	0,5	Bảng C.12
		D2: Hệ số $(c_a+c_p+c_c+c_s)/c_t = 8,4/90$	-	0,093	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}	
		D3: Hệ số $c_z/c_t = 5,5/90$	-	0,061	

Bảng E.29 – Bệnh viện: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₄ (khu chăm sóc chuyên sâu)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P_{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Thấp	r_f	10^{-3}	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K_{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng cáp)	K_{S3}	0,01	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: khó sơ tán	h_z	5	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng C.2
		D2: do thiệt hại vật chất	L_F	10^{-1}	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}	
Yếu tố về người bị nguy hiểm		$n_z/n_1 \times t_z/8760 = 5/1000 \times 8760/8760$	-	0,005	
L4: Tổn thất về kinh tế		D2: Do thiệt hại vật chất	L_F	0,5	Bảng C.12
		D2: Hệ số $(C_a+C_b+C_c+C_s)/C_t = 2,1/90$	-	0,023	
		D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L_O	10^{-2}	
		D3: Hệ số $C_s/C_t = 1,0/90$	-	0,011	

E.4.3 Tính toán các số lượng liên quan

Các tính toán được đưa ra trong Bảng E.30 đối với các diện tích thu nhận và trong Bảng E.31 đối với số các trường hợp nguy hiểm dự kiến.

Bảng E.30 – Bệnh viện: Các diện tích thu nhận của kết cấu và các đường dây

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	A _D	2,23 x 10 ⁴	(A.2)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	A _M	9,85 x 10 ⁵	(A.7)	$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$
Đường dây điện	A _{L/P}	2,00 x 10 ⁴	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	A _{I/P}	2,00 x 10 ⁶	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 \times L_L$
	A _{D/I/P}	0	(A.2)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	A _{L/T}	1,20 x 10 ⁴	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	A _{I/T}	1,20 x 10 ⁶	(A.11)	$A_{L/P} = 4000 \times L_L$
	A _{D/I/T}	2,81 x 10 ³	(A.2)	$A_{D/I/T} = L_J \times W_J + 2 \times (3 \times H_J) \times (L_J + W_J) + \pi \times (3 \times H_J)^2$

Bảng E.31 – Bệnh viện: Số các trường hợp nguy hiểm dự kiến hàng năm

	Ký hiệu	Kết quả m ²	Tham khảo Công thức	Công thức
Kết cấu	N _D	8,93 x 10 ⁻²	(A.4)	$N_D = N_G \times A_{D/B} \times C_{D/B} \times 10^{-6}$
	N _M	3,94	(A.6)	$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$
Đường dây điện	N _{L/P}	4,00 x 10 ⁻³	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	N _{I/P}	4,00 x 10 ⁻¹	(A.10)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	N _{D/I/P}	0	(A.5)	Không có kết cấu lân cận
Đường dây viễn thông	N _{L/T}	1,20 x 10 ⁻²	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	N _{I/T}	1,20	(A.10)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	N _{D/I/T}	1,20 x 10 ⁻²	(A.5)	$N_{D/I/T} = N_G \times A_{D/I/T} \times C_{D/I/T} \times C_{T/I/T} \times 10^{-6}$

E.4.4 Rủi ro R₁ – Xác định nhu cầu bảo vệ

Giá trị của xác suất P_x được đưa ra trong Bảng E.32 và các thành phần rủi ro đối với kết cấu không được bảo vệ được báo cáo trong Bảng E.33.

Bảng E.32 – Bệnh viện: Rủi ro R_1 – Các giá trị xác suất P đối với kết cấu không được bảo vệ

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Tham khảo Công thức	Công thức
D1 Tổn thương do điện giật	P_A	1		1			
	$P_{U/P}$			0,2			
	$P_{U/I}$			0,8			
D2 Thiệt hại vật chất	P_B			1			
	$P_{V/P}$			0,2			
	$P_{V/I}$			0,8			
D3 Hư hỏng các hệ thống bên trong	P_C			1		(14)	$P_C = 1 - (1 - P_{C/P}) \times (1 - P_{C/I}) = 1 - (1 - 1) \times (1 - 1)$
	P_M			0,0064		(15)	$P_M = 1 - (1 - P_{M/P}) \times (1 - P_{M/I}) = 1 - (1 - 0,0064) \times (1 - 0,00004)$
	$P_{W/P}$			0,2			
	$P_{W/I}$			0,8			
	$P_{Z/P}$			0			
	$P_{Z/I}$			0			

Bảng E.33 – Bệnh viện: Rủi ro R_1 đối với kết cấu không được bảo vệ (các giá trị $\times 10^{-5}$)

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Z_1	Z_2	Z_3	Z_5	Kết cấu
D1 Tổn thương do điện giật	R_A	0,009	0,0009	≈ 0	≈ 0	0,010
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/I}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Thiệt hại vật chất	R_B		42,4	0,156	0,022	42,6
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/I}$		9,21	0,034	0,005	9,245
D3 Hư hỏng hệ thống bên trong	R_C		8,484	3,126	0,447	12,057
	R_M		2,413	0,889	0,127	3,429
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/I}$		1,841	0,678	0,097	2,616
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/I}$					
Tổng cộng		0,009	64,37	4,89	0,698	$R_{T1} = 69,96$
Cho phép		$R_1 > R_T$: Bảo vệ chống sét được yêu cầu				$R_T = 1$

Vì $R_1 = 69,96 \times 10^{-5}$ cao hơn giá trị cho phép $R_T = 10^{-5}$, nên yêu cầu bảo vệ chống sét cho kết cấu.

E.4.5 Rủi ro R_1 – Lựa chọn các biện pháp bảo vệ

Rủi ro R_1 chịu ảnh hưởng chủ yếu (xem Bảng E.33):

- do thiệt hại vật chất ở khu vực Z_2 (các thành phần $R_B \approx 61\%$ và $R_V \approx 13\%$ tổng rủi ro);
- do các hư hỏng hệ thống bên trong ở khu vực Z_2 và Z_3 (các thành phần $R_C \approx 12\%$ tương ứng $R_C \approx 5\%$) tổng rủi ro.

TCVN 9888-2:2013

Các thành phần rủi ro chủ yếu này có thể giảm bằng cách:

- trang bị cho toàn bộ tòa nhà một hệ thống chống sét LPS tuân theo TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) giảm thành phần R_B thông qua xác suất P_B . Bắt buộc có liên kết đẳng thế chống sét ở đầu vào cũng giảm các thành phần R_V và R_U thông qua xác suất P_{EB} ;
- trang bị cho khu vực Z_2 các biện pháp bảo vệ chống các hậu quả cháy (như các bình cứu hỏa, hệ thống phát hiện cháy tự động, v.v...). Điều này giảm các thành phần R_B và R_V bằng cách giảm hệ số r_P ;
- trang bị cho các khu vực Z_3 và Z_4 một thiết bị SPD phối hợp bảo vệ theo TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) đối với các hệ thống điện và viễn thông bên trong. Điều này giảm các thành phần R_C , R_M , R_W qua xác suất P_{SPD} .
- trang bị cho các khu vực Z_3 và Z_4 một màn chắn không gian dạng lưới thích hợp theo TCVN 9888-4 (IEC 62305-4). Điều này sẽ giảm thành phần R_M qua xác suất P_M .

Kết hợp các yếu tố khác nhau của các biện pháp bảo vệ này, các giải pháp sau đây sẽ được áp dụng:

Giải pháp a)

- Bảo vệ tòa nhà bằng hệ thống LPS cấp I ($(P_B = 0,02$ cũng có $P_{EB} = 0,01)$);
- Lắp đặt thiết bị SPD kết hợp bảo vệ các hệ thống điện và viễn thông để đạt được (1,5 x) tốt hơn mức bảo vệ LPL cấp I ($P_{SPD} = 0,005$) trong các khu vực Z_2 , Z_3 và Z_4 .
- Trang bị cho khu vực Z_2 một hệ thống bảo vệ cháy tự động ($r_P = 0,2$ chỉ đối với khu vực Z_2);
- Trang bị cho khu vực Z_3 và Z_4 một màn chắn mắt lưới có $w_m = 0,5m$.

Sử dụng giải pháp này, các giá trị rủi ro từ Bảng E.33 sẽ thay đổi các giá trị giảm xuống được báo cáo trong Bảng E.34.

Bảng E.34 – Bệnh viện: Rủi ro R_1 đối với kết cấu cần bảo vệ theo giải pháp a)
(các giá trị x 10^{-5})

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Z_1	Z_2	Z_3	Z_5	Kết cấu
D1 Tổn thương do điện giật	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Thiệt hại vật chất	R_B		0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 Hư hỏng hệ thống bên trong	R_C		0,085	0,031	0,004	0,12
	R_M		0,012	≈ 0	≈ 0	0,012
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,009	0,003	≈ 0	0,004
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Tổng cộng		≈ 0	0,294	0,038	0,005	$R_{T1} = 0,338$
Cho phép		$R_1 > R_T$: Bảo vệ chống sét yêu cầu				$R_T = 1$

Giải pháp b)

- Bảo vệ tòa nhà bằng một hệ thống LPS cấp I ($P_B = 0,02$ cũng bao gồm $P_{EB} = 0,01$).
- Lắp đặt thiết bị SPD kết hợp bảo vệ các hệ thống điện và viễn thông để đạt được (3 x) tốt hơn mức bảo vệ LPL cấp I ($P_{SPD} = 0,001$) trong các khu vực Z_2 , Z_3 và Z_4 .
- Trang bị cho khu vực Z_2 một hệ thống bảo vệ cháy tự động ($r_p = 0,2$ chỉ đối với khu vực Z_2)

Sử dụng giải pháp này, các giá trị rủi ro từ Bảng E.33 sẽ thay đổi như các giá trị được giảm báo cáo trong Bảng E.35

Bảng E.35 – Bệnh viện: Rủi ro R_1 đối với kết cấu cần bảo vệ theo giải pháp b)
(các giá trị x 10^{-5})

Kiểu thiệt hại	Ký hiệu	Z_1	Z_2	Z_3	Z_5	Kết cấu
D1 Tổn thương do điện giật	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Thiệt hại vật chất	R_B		0,170	0,003	0,001	0,174
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 Hư hỏng hệ thống bên trong	R_C		0,017	0,006	0,001	0,024
	R_M		0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,002	0,001	≈ 0	0,003
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Tổng cộng		≈ 0	0,209	0,011	0,002	$R_{T1} = 0,222$
Cho phép		$R_1 > R_T$: Bảo vệ chống sét yêu cầu				$R_T = 1$

Giải pháp c)

- Bảo vệ tòa nhà bằng một hệ thống LPS cấp I ($P_B = 0,02$ cũng bao gồm $P_{EB} = 0,01$).
- Lắp đặt thiết bị SPD kết hợp bảo vệ các hệ thống điện và viễn thông để đạt được (2 x) tốt hơn mức bảo vệ LPL cấp I ($P_{SPD} = 0,002$) trong các khu vực Z_2 , Z_3 và Z_4 .
- Trang bị cho khu vực Z_2 một hệ thống bảo vệ cháy tự động ($r_p = 0,2$ chỉ đối với khu vực Z_2)
- Trang bị cho khu vực Z_3 và Z_4 một màn chắn mắt lưới có $w_m = 0,1m$.

Sử dụng giải pháp này, các giá trị rủi ro từ Bảng E.33 sẽ thay đổi như các giá trị được giảm báo cáo trong Bảng E.36.

Bảng E.36 – Bệnh viện: Rủi ro R_1 đối với kết cấu cần bảo vệ theo giải pháp c)(các giá trị $\times 10^{-5}$)

Kiểu thiết hại	Ký hiệu	Z_1	Z_2	Z_3	Z_5	Kết cấu
D1 Tổn thương do điện giật	R_A	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T}$		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
D2 Thiệt hại vật chất	R_B		0,170	0,003	≈ 0	0,173
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T}$		0,018	≈ 0	≈ 0	0,018
D3 Hư hỏng hệ thống bên trong	R_C		0,034	0,012	0,002	0,048
	R_M		≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
	$R_W = R_{W/P} + R_{W/T}$		0,004	0,001	≈ 0	0,005
	$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T}$					
Tổng cộng		≈ 0	0,226	0,016	0,002	$R_{T1} = 0,244$
Cho phép		$R_1 > R_T$: Bảo vệ chống sét yêu cầu				$R_T = 1$

Tất cả các giải pháp giảm rủi ro xuống dưới mức cho phép. Giải pháp được áp dụng là giải pháp chủ yếu nhằm tới cả giới hạn kỹ thuật tốt nhất và hiệu quả về chi phí nhất.

E.4.6 Rủi ro R_4 – Phân tích lợi ích chi phí

Đối với tổn thất kinh tế L_4 , rủi ro R_4 tương ứng có thể được đánh giá theo cùng cách như ở trên. Tất cả các thông số được yêu cầu để đánh giá các thành phần rủi ro được đưa ra từ Bảng E.22 đến Bảng E.29, trong đó các giá trị tổn thất L_x riêng với tổn thất kinh tế L_4 là có giá trị. Do đó chỉ các khu vực Z_2 , Z_3 và Z_4 là thích hợp, trong khi khu vực Z_1 bị bỏ qua (chỉ có thể thích hợp khi có tổn thất về động vật).

Các giá trị kinh tế (động vật, xây dựng, các hệ thống bên trong và hoạt động) được đưa ra trong Bảng E.25 ở trên cho mỗi khu vực và tổng thể.

Từ các giá trị rủi ro R_4 hoặc R'_4 và từ giá trị tổng cộng của cấu trúc $c_1 = 90 \times 10^6$ \$ (Bảng E.25) thì chi phí tổn thất hàng năm $C_L = R_4 \times c_1$ cho kết cấu không được bảo vệ và $C_{RL} = R'_4 \times c_1$ cho kết cấu cần bảo vệ có thể được tính toán (xem công thức (D.2) và (D.4)). Các kết quả được biểu diễn trong Bảng E.37.

Bảng E.37 – Bệnh viện: Chi phí tổn thất C_L (không được bảo vệ) và C_{RL} (được bảo vệ)

Bảo vệ	Rủi ro R_4					Chi phí tổn thất
	Các giá trị $\times 10^{-5}$					\$
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Kết cấu	C_L và C_{RL}
Không bảo vệ	-	53,2	8,7	1,6	63,5	57185
Giải pháp a)	-	0,22	0,07	0,01	0,30	271
Giải pháp b)	-	0,18	0,02	0,005	0,21	190
Giải pháp c)	-	0,19	0,03	0,007	0,23	208

Các giá trị được ước lượng theo các lãi suất, mức độ khấu hao và hệ số bảo trì liên quan đến các biện pháp bảo vệ được đưa trong Bảng E.38.

Bảng E.38 – Bệnh viện: Mức độ liên quan đến các biện pháp bảo vệ

Mức độ	Ký hiệu	Giá trị
Lãi suất	<i>i</i>	0,04
Khấu hao	<i>a</i>	0,05
Bảo trì	<i>m</i>	0,01

Danh sách các chi phí C_P đối với các biện pháp bảo vệ có sẵn và chi phí hàng năm C_{PM} của các biện pháp bảo vệ được áp dụng trong các giải pháp a), b) hoặc c) được đưa ra ở Bảng E.39 (xem công thức (D.5)).

Bảng E.39 – Bệnh viện: Chi phí C_P và C_{PM} của các biện pháp bảo vệ (các giá trị tính theo \$)

Biện pháp bảo vệ	Chi phí C_P	Chi phí hàng năm $C_{PM} = C_P (i + a + m)$		
		Giải pháp a)	Giải pháp b)	Giải pháp c)
Hệ thống LPS cấp I	100000	10000	10000	10000
Bảo vệ cháy tự động trong khu vực Z_2	50000	5000	5000	5000
Màn chắn khu vực Z_3 và Z_4 ($w = 0,5m$)	100000	10000		
Màn chắn khu vực Z_3 và Z_4 ($w = 0,1m$)	110000			11000
Thiết bị SPD trên hệ thống điện (1,5 x LPL I)	20000	2000		
Thiết bị SPD trên hệ thống điện (2 x LPL I)	24000			2400
Thiết bị SPD trên hệ thống điện (3 x LPL I)	30000		3000	
Thiết bị SPD trên hệ thống viễn thông (1,5 x LPL I)	10000	1000		
Thiết bị SPD trên hệ thống viễn thông (2 x LPL I)	12000			1200
Thiết bị SPD trên hệ thống viễn thông (3 x LPL I)	15000		1500	
Chi phí tổng cộng hàng năm C_{PM}		28000	19500	29600

Số tiền tiết kiệm hàng năm S_M có thể được đánh giá bằng cách so sánh với chi phí tổn thất hàng năm C_L cho các kết cấu không được bảo vệ với tổng chi phí tổn thất hàng năm còn lại C_{RL} cho các kết cấu cần bảo vệ và chi phí hàng năm của các biện pháp bảo vệ C_{PM} . Các kết quả cho giải pháp), b) và c) được đưa ra trong Bảng E.40.

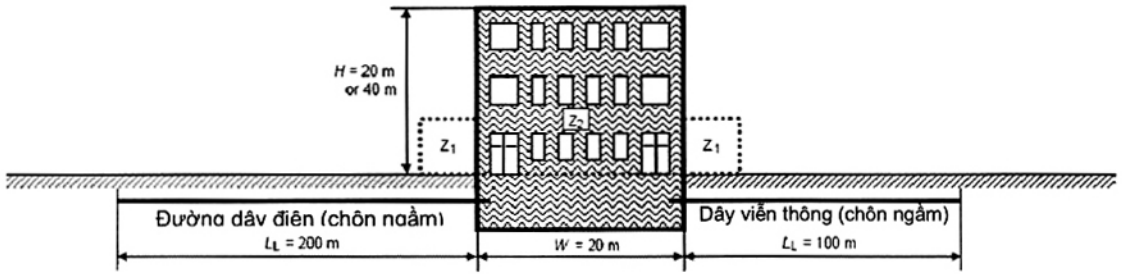
Bảng E.40 - Bệnh viện: Tiền tiết kiệm hàng năm (giá trị tính theo \$)

	Ký hiệu	Giải pháp a)	Giải pháp b)	Giải pháp c)
Tổn thất với kết cấu không được bảo vệ	C_L	57185	57185	57185
Tổn thất còn lại với kết cấu đã được bảo vệ	C_{RL}	271	190	208
Chi phí bảo vệ hàng năm	C_{PM}	28000	19500	29600
Tiết kiệm hàng năm $S_M = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$	S_M	28914	37495	27377

E.5 Nhà chung cư

Nghiên cứu trường hợp này, so sánh các giải pháp khác nhau để chống sét cho một chung cư. Kết quả cho thấy một số giải pháp có thể không đủ, trong khi đó nhiều giải pháp phù hợp có thể được chọn từ các kết hợp khác nhau của các biện pháp bảo vệ.

Chỉ rủi ro R1 với tổn thất về cuộc sống con người (L1) có các thành phần rủi ro R_A, R_B, R_U và R_V (theo Bảng 2) sẽ được xác định và so sánh với giá trị cho phép $R_T = 10^{-5}$ (theo Bảng 4). Đánh giá kinh tế không được yêu cầu, do đó rủi ro R_4 cho tổn thất kinh tế (L4) không được xem xét.



IEC 2645/10

CHÚ DẪN:

Z₁: Bên ngoài

Z₂: Bên trong

Hình E.4 – Nhà chung cư

E.5.1 Các đặc trưng và dữ liệu liên quan

Nhà chung cư nằm trong lãnh thổ bằng phẳng mà không có bất kỳ kết cấu lân cận. Mật độ sét đánh xuống là $N_G = 4$ mỗi km^2 hàng năm. Có 200 người sống trong tòa nhà. Đây cũng là tổng số người được xem xét vì bên ngoài tòa nhà được giả định là không có người khi có bão.

Dữ liệu về tòa nhà và môi trường xung quanh của nó được đưa ra trong Bảng E.41.

Dữ liệu về các đường dây đầu vào và các hệ thống bên trong được nối của chúng được đưa ra về các đường dây điện trong Bảng E.42 và về đường dây viễn thông trong Bảng E.43.

Bảng E.41 – Chung cư: Các đặc trưng về kết cấu tổng thể và môi trường

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/km^2/năm$)		N_G	4,0	
Kích thước của kết cấu (m)		L, W	30, 20	
Yếu tố vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_D	1	Bảng A.1
Hệ thống LPS	Biến động (xem Bảng E.45)	P_B	1	Bảng B.2
Liên kết đẳng thế	Không có	P_{EB}	1	Bảng B.7
Màn chắn ngoài không gian	Không có	K_{S1}	1	Công thức (B.5)

Bảng E.42 – Chung cư: Đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	200	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_i	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây hạ áp	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Ngoại thành	C_E	0,5	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Không có màn chắn	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận (m)	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu lân cận	Không có	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	2,5	
Các thông số kết quả		K_{S4}	0,4	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,3	Bảng B.9

Bảng E.43 – Chung cư: Đường dây viễn thông

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Chiều dài (m)		L_L	100	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C_i	0,5	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây viễn thông	C_T	1	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Ngoại thành	C_E	0,5	Bảng A.4
Màn chắn đường dây (Ω/km)	Không có màn chắn	R_S	-	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C_{LD}	1	Bảng B.4
		C_{LI}	1	
Kết cấu lân cận	Không có	L_J, W_J, H_J	-	
Hệ số vị trí của kết cấu lân cận	Không có	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U_W	1,5	
Các thông số kết quả		K_{S4}	0,67	Công thức (B.7)
		P_{LD}	1	Bảng B.8
		P_{LI}	0,5	Bảng B.9

E.5.2 Định nghĩa các khu vực trong chung cư

Các khu vực sau đây được định nghĩa

Z₁ (Bên ngoài tòa nhà)

Z₂ (Bên trong tòa nhà)

Đối với khu vực Z₁, giả thiết rằng không có người ở bên ngoài tòa nhà. Do đó rủi ro điện giật tới người R_A = 0. Vì R_A chỉ là thành phần rủi ro ở bên ngoài tòa nhà, khu vực Z₁ có thể được bỏ qua hoàn toàn.

Khu vực Z₂ được xác định tính đến các yếu tố sau:

- kết cấu được phân loại như một "tòa nhà dân sự";
- cả hai hệ thống bên trong (điện và viễn thông) tồn tại trong khu vực này;
- không có màn chắn không gian;
- kết cấu là một ngăn chống cháy đơn;
- các tổn thất được giả thiết tương ứng với giá trị trung bình điển hình của Bảng C.1.

Các yếu tố kết quả có giá trị đối với khu vực Z₂ được báo cáo trong Bảng E.44.

Bảng E.44 – Chung cư: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z₂ (bên trong tòa nhà)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
Loại sàn		Gỗ	r _f	10 ⁻⁵	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P _{TA}	1	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Không có	P _{TU}	1	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Biến động (xem Bảng E.45)	r _f	-	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Biến động (xem Bảng E.45)	r _p	-	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K _{S2}	1	Công thức (B.6)
Đường điện	Dây bên trong	Không được bảo vệ (các đầu dẫn kín mạch trong cùng ống dẫn)	K _{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P _{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (mạch vòng lớn > 10 m ²)	K _{S3}	1	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P _{SPD}	1	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h _Z	1	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L _T	10 ⁻²	Bảng C.2
		D2: do thiệt hại vật chất	L _F	10 ⁻¹	
Yếu tố về người trong khu vực		n _Z /n _t x t _Z /8760 = 200/200 x 8760/8760	-	1	

E.5.3 Rủi ro R_1 – Lựa chọn các biện pháp bảo vệ

Giá trị rủi ro R_1 và các biện pháp bảo vệ được chọn để giảm thiểu rủi ro đến mức cho phép $R_T = 10^{-5}$ được cho trong Bảng E.45, tùy thuộc vào các thông số sau:

- chiều cao của tòa nhà H;
- hệ số giảm r_f đối với rủi ro cháy;
- hệ số giảm r_p giảm hậu quả cháy;
- xác suất P_B phụ thuộc vào cấp hệ thống LPS được áp dụng.

Bảng E.45 – Chung cư: Rủi ro R_1 đối với chung cư phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ

Chiều cao H m	Rủi ro cháy		Hệ thống LPS		Bảo vệ cháy		Rủi ro R_1 Giá trị $\times 10^{-5}$	Kết cấu cần bảo vệ $R_1 \leq R_T$		
	Loại	r_f	Cấp	P_B	Loại	r_p				
20	Thấp	0,001	Không	1	Không	1	0,837	Có		
			Không	1	Không	1	8,364	Không		
	Thông thường	0,01	III	0,1	Không	1	0,776	Có		
			IV	0,2	Bằng tay	0,5	0,747	Có		
			Cao	0,1	Không	1	Không	1	83,64	Không
					II	0,05	Tự động	0,2	0,764	Có
			I	0,02	Không	1	1,553	Không		
			I	0,02	Bằng tay	0,5	0,776	Có		
40	Thấp	0,001	Không	1	Không	1	2,436	Không		
			Không	1	Tự động	0,2	0,489	Có		
			IV	0,2	Không	1	0,469	Có		
	Thông thường	0,01	Không	1	Không	1	24,34	Không		
			IV	0,2	Tự động	0,2	0,938	Có		
			I	0,02	Không	1	0,475	Có		
	Cao	0,1	Không	1	Không	1	243,4	Không		
			I	0,02	Tự động	0,2	0,949	Có		

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measuring techniques – Surge immunity test (Tương thích điện từ - Phần 4-5: Các kỹ thuật thử nghiệm và đo lường – thử nghiệm miễn trừ đột biến điện)*
- [2] IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres (Khí quyển nổ - Phần 10-1: Phân loại khu vực – Khí quyển khí nổ)*
- [3] IEC 60079-10-2:2009, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres (Khí quyển nổ - Phần 10-1: Phân loại khu vực – Khí quyển bụi dễ cháy)*
- [4] IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests (Phối hợp cách nhiệt cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp - Phần 1: Các nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm)*
- [5] IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 426: Thiết bị dùng cho khí quyển nổ)*
- [6] Official Journal of European Union, 1994/28/02, n. C 62/63. (Tạp chí chính thức của liên minh Châu Âu, 1994/28/02, n. C 62/63)
- [7] ITU-T Recommendation K.47, *Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges (Bảo vệ đường dây viễn thông sử dụng dây dẫn kim loại chống sét trực tiếp)*
- [8] NUCCI C.A., *Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part I: Return stroke current models with specified channel-base current for the evaluation of return stroke electromagnetic fields. CIGRE Electra No 161 (August 1995) (Sét gây quá áp trên đường điện trên không. Phần I: Các kiểu dòng dội về với dòng điện kênh cơ sở được quy định đối với việc đánh giá các trường điện từ dội về).*
- [9] NUCCI C.A., *Lightning induced overvoltages on overhead power lines. Part II: Coupling models for the evaluation of the induced voltages. CIGRE Electra No 162 (October 1995) (Sét gây quá áp trên đường điện trên không. Phần II: Các kiểu ghép cặp để đánh giá các điện áp cảm ứng)*
- [10] ITU-T Recommendation K.46, *Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning-induced surges (Bảo vệ đường dây viễn thông sử dụng các dây kim loại đối xứng chống các đột biến cảm ứng từ sét)*
- [11] IEC/TR 62066:2002, *Surge overvoltages and surge protection in low-voltage a.c. power systems - General basic information (Các quá áp đột biến và bảo vệ đột biến trong các hệ thống điện xoay chiều hạ áp – Thông tin cơ sở tổng quan)*