

HDKT

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT

Xuất bản lần 1

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013 (ISO 62350) BẢO VỆ CHỐNG SÉT — HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ BẢO TRÌ HỆ THỐNG CHỐNG SÉT CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

HÀ NỘI – 2024

Lời nói đầu

Hướng dẫn kỹ thuật bộ TCVN 9888:2013 IEC 62350) Bảo vệ chống sét
do Viện Vật lý địa cầu biên soạn,
Vụ Khoa học công nghệ và môi trường đề nghị, Bộ Xây dựng ban hành

LỜI GIỚI THIỆU

Nước ta nằm trong tâm đông Châu Á có hoạt động đông sét mạnh. Đông sét có ảnh hưởng đến đời sống kinh tế - xã hội, gây thiệt hại về con người và tài sản. Thiệt hại này sẽ càng tăng lên khi đất nước ta thực hiện công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Bộ tiêu chuẩn TCVN-9888:2013 (IEC 62305:2010) cung cấp một khuôn khổ toàn diện để bảo vệ các công trình, con người và tài sản khỏi nguy cơ sét. Bộ tiêu chuẩn gồm 4 phần. Phần 1 đặt nền tảng với các nguyên tắc chung và định nghĩa các thuật ngữ cần thiết. Phần 2 hướng dẫn người dùng thực hiện quy trình đánh giá rủi ro để xác định nhu cầu bảo vệ và lựa chọn các biện pháp phù hợp. Phần 3 bao gồm thiết kế và lắp đặt các hệ thống bảo vệ chống sét cho thiệt hại vật chất và nguy cơ đối với con người, trong khi Phần 4 tập trung vào việc bảo vệ các hệ thống điện và điện tử trong công trình. Những tiêu chuẩn này phối hợp với nhau để đảm bảo an toàn cho các công trình, thiết bị và con người khỏi nguy cơ sét tiềm ẩn.

Thực tế cho thấy, việc thực hiện chống sét theo bộ TCVN-9888:2013 (IEC 62305:2010) có gặp một số khó khăn bởi vì bộ tiêu chuẩn về chống sét tương đối phức tạp, có nhiều định nghĩa và khái niệm mới. Việc tính toán rủi ro do sét cũng phức tạp hơn và cần nhiều thông tin để tính toán hơn so với tiêu chuẩn chống sét TCVN 9385:2012 trước đây.

Với các lý do nêu trên, tài liệu này được biên soạn với mục tiêu giúp người đọc có thể dễ dàng hơn trong việc áp dụng bộ TCVN-9888:2013 (IEC 62305-2010) về bảo vệ chống sét trong công tác thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống bảo vệ chống sét cho công trình.

Hướng dẫn giới thiệu các nội dung và các biện pháp phòng chống sét cơ bản cho nhà, công trình xây dựng, bảo vệ con người, động vật, thiết bị điện, điện tử và tài sản khác trong TCVN 9888:2013 (IEC 62305). Hướng dẫn gồm 4 chương bám theo nội dung của bốn phần trong TCVN 9888:2013 như sau:

Chương 1 trình bày những nguyên tắc chung bảo vệ chống sét cho công trình gồm nhận diện các nguồn gây thiệt hại, đánh giá rủi ro do sét, từ đó đưa ra các giải pháp bảo vệ chống sét đánh thẳng, đánh gần công trình và bảo vệ chống tác động thứ cấp khi sét lan truyền qua đường dây (điện, viễn thông...) hoặc cảm ứng qua không gian.

Chương 2 trình bày về quy trình đánh giá rủi ro do sét gây nên. Thông qua quy trình này, sẽ lựa chọn được các giải pháp chống sét phù hợp với chi phí tối ưu.

Chương 3 trình bày về đặc điểm, yêu cầu thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì của hệ thống chống sét bên ngoài và bên trong công trình với 4 mức bảo vệ gồm các hệ thống đầu thu sét, dẫn sét và tiếp đất, các giải pháp cách điện, chống điện giật.

Chương 4 trình bày đặc điểm và yêu cầu thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét cho hệ thống điện và điện tử bên trong công trình bao gồm việc phân vùng ảnh hưởng điện từ trường của sét, các giải pháp che chắn, kết nối, tiếp đất và lắp đặt thiết bị chống sốc điện.

Các phụ lục bao gồm: Phụ lục 1 là số liệu mật độ sét trung bình ở Việt Nam; Phụ lục 2 giới thiệu chương trình tính toán đánh giá rủi ro và ví dụ cụ thể; **Phụ lục 3** giới thiệu về cách thiết kế hệ thống đầu thu sét.

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	2
LỜI GIỚI THIỆU	4
Mục lục	5
1. GIỚI THIỆU CHUNG	9
1.1. Phạm vi áp dụng	9
1.2. Giới thiệu chung về bộ TCVN 9888:2013.....	9
1.3. Rủi ro do sét.....	11
1.3.1 Nguồn gây thiệt hại	11
1.3.2 Kiểu thiệt hại	11
1.3.3 Tổn thất.....	12
1.3.4 Rủi ro do sét.....	13
1.4. Mức bảo vệ chống sét (LPL).....	17
1.5. Biện pháp bảo vệ	18
2. QUẢN LÝ RỦI RO.....	19
2.1. Xác định công trình và đặc điểm, thu thập dữ liệu liên quan:	22
2.1.1. Các đặc trưng về môi trường và công trình.....	23
2.1.2. Thông số về đường dây nối với công trình.....	23
2.2. Xác định kiểu tổn thất:.....	25
2.3. Xác định vùng Zs:	25
2.4. Tính toán N_x - Số lượng sự kiện nguy hiểm:.....	32
2.4.1. Sét đánh trực tiếp vào công trình (N_D):.....	34
2.4.2 Sét đánh gần công trình (N_M):	37
2.4.3. Sét đánh trực tiếp vào đường dây (N_L):.....	37
2.4.4. Sét đánh gần đường dây N_I :	38
2.4.5. Sét đánh vào công trình lân cận (N_{DJ}):	39
2.5. Tính toán P_x - Xác suất thiệt hại:.....	39
2.6. Tính toán L_x – giá trị tổn thất.....	47
2.6.1. Hướng dẫn chi tiết cách tính L_1 (tổn thất về người):	51
2.6.2. Tổn thất do gián đoạn dịch vụ công cộng (L_2):.....	53
2.6.3. Tổn thất về di sản văn hóa (L_3):.....	54
2.6.4. Tổn thất về giá trị kinh tế (L_4):.....	54
2.7. Tính toán R_X - Thành phần rủi ro:.....	56

2.8. Xác định R_T - Rủi ro chấp nhận được.....	57
2.9. Tính tổng rủi ro R và so sánh với R_T :.....	58
2.10. Quyết định về nhu cầu bảo vệ:	58
2.11. Lựa chọn biện pháp bảo vệ (khi $R > R_T$):.....	58
2.11.1. Nâng cấp mức bảo vệ hệ thống chống sét LPS:.....	58
2.11.2. Sử dụng SPD phù hợp:	59
2.11.3. Tăng cường khả năng che chắn từ:	59
2.11.4. Nâng cấp liên kết đẳng thế (EB):	59
2.11.5. Bảo vệ đường dây:.....	59
2.11.6. Cải thiện khả năng cách điện của sàn:	60
2.11.7. Nâng cấp hệ thống phòng cháy chữa cháy:	60
2.11.8. Hạn chế rủi ro cháy nổ:	60
2.11.9. Giảm thiểu nguy cơ đặc biệt:.....	60
2.12.Đánh giá hiệu quả kinh tế:.....	60
2.12.1. Xác định giá trị của công trình và hoạt động của nó:	61
2.12.2. Tính toán các thành phần rủi ro (R_X) liên quan đến tổn thất về giá trị kinh tế (L4):.....	61
2.12.3. Tính toán chi phí cho tổn thất (C_L) hàng năm:	61
2.12.4. Tính toán chi phí cho tổn thất còn lại (C_{RL}) hàng năm:.....	62
2.12.5. Tính toán chi phí (C_P) của biện pháp bảo vệ:.....	62
2.12.6. Tính toán chi phí cho bảo vệ hàng năm (C_{PM}):	62
2.12.7. So sánh chi phí:.....	62
2.12.8. Tính toán lợi ích kinh tế (S_M) hàng năm:.....	62
2.12.9.Ví dụ minh họa:	62
2.12.10.So sánh hiệu quả kinh tế:	63
2.3. Tổng kết phần tính toán rủi ro.....	63
3. HỆ THỐNG BẢO VỆ CHỐNG SÉT LPS	67
3.1.Thành phần và cấp độ hệ thống bảo vệ chống sét (LPS)	67
3.2. Sơ đồ thiết kế LPS	67
3.3. Nguyên tắc chung thiết kế hệ thống chống sét bên ngoài.....	68
3.4. Hệ thống đầu thu sét.....	69
3.4.1. Thiết kế hệ thống đầu thu sét	69
3.4.2. Sử dụng đầu thu sét tự nhiên	69
3.5. Hệ thống dây dẫn sét	70
3.5.1. Quy định chung	70

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

3.5.2.Lắp đặt hệ thống dây dẫn sét cho hệ thống chống sét độc lập	71
3.5.3.Lắp đặt dây dẫn sét trực tiếp trên công trình	71
3.5.4.Tận dụng dây dẫn sét tự nhiên.....	71
3.5.5.Điểm ghép kiểm tra:	71
3.6. Hệ thống đầu tiếp đất.....	71
3.6.1. Nhận xét chung	71
3.6.2. Thiết kế, lựa chọn các kiểu tiếp đất.....	72
3.6.3.Những kết cấu sẵn có của công trình có thể dùng làm hệ thống tiếp đất	74
3.7.Vật liệu và kích thước	74
3.8. Hệ thống bảo vệ chống sét bên trong	76
3.8.1. Quy định chung	76
3.8.2. Liên kết đẳng thế sét.....	77
3.8.3. Cách ly với LPS bên ngoài.....	81
3.9. Biện pháp bảo vệ giảm tổn thương cho người và động vật do điện áp chạm và điện áp bước	82
3.10.Thi công	83
3.10.1. Quy định chung	83
3.10.2. Gia cố và kết nối	84
3.11. Kiểm tra và bảo trì LPS	86
3.11.1 Phạm vi kiểm tra	86
3.11.2. Trình tự kiểm tra.....	88
3.11.3 Bảo trì	90
4. BẢO VỆ HỆ THỐNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ	91
4.1. Nguyên tắc chung	92
4.2. Phân vùng bảo vệ (LPZ)	92
4.3. Biện pháp màn chắn và định tuyến đường dây	95
4.3.1. Nhận xét chung.....	95
4.3.2. Màn chắn không gian.....	95
4.3.3. Che chắn cho các đường dây bên trong	96
4.3.4. Định tuyến các đường dây bên trong	96
4.3.5. Che chắn cho các đường dây bên ngoài.....	96
4.3.6. Vật liệu và kích thước của các màn chắn từ	97
4.4. Biện pháp nối đất và kết nối (liên kết)	97
4.5. Lắp đặt thiết bị chống sốc điện áp SPD.....	101
4.6. Giao diện cách ly	105

4.7. Thiết kế, thi công và bảo trì SPM.....	105
4.7.1. Quy định chung	105
4.7.2. Kế hoạch quản lý thiết kế và lắp đặt SPM	105
4.7.3. Kiểm tra SPM	106
4.7.4. Bảo trì	108
Phụ Lục 1. Số liệu về mật độ sét đánh tại các địa danh của Việt Nam	109
Phụ lục 2. Chương trình tính toán rủi ro và ví dụ	115
P2.1. Chương trình tính toán rủi ro.....	115
P2.2. Ví dụ tính toán cho nhà ngoại thành.....	118
P2.2.1. Xác định công trình và đặc điểm, thu thập dữ liệu liên quan	119
P2.2.2. Xác định kiểu tổn thất.....	121
P2.2.3. Xác định vùng Zs	121
P2.2.4. Tính toán Nx	123
P2.2.5. Xác định Px.....	123
P2.2.6. Tính toán tổn thất Lx	124
P2.2.7. Tính Rx	125
P2.2.8. Xác định mức rủi ro cho phép R_T	126
P2.2.9. Tính tổng rủi ro R và so sánh với R_T	126
P2.2.10. Lựa chọn các biện pháp bảo vệ (khi $R > R_T$).....	126
Phụ lục 3. Thiết kế hệ thống đầu thu sét	128
P3.1. Nguyên tắc chung.....	128
P3.2. Phương pháp quả cầu lăn	128
P3.3. Phương pháp lưới bảo vệ	131
P3.4. Phương pháp góc bảo vệ	132
Thư mục tài liệu tham khảo	139

1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1. Phạm vi áp dụng

1.1.1. Hướng dẫn này đưa ra những chỉ dẫn để tham khảo trong thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét cho các công trình xây dựng bao gồm bản thân công trình, các hệ thống lắp đặt và con người bên trong công trình theo bộ TCVN 9888:2013.

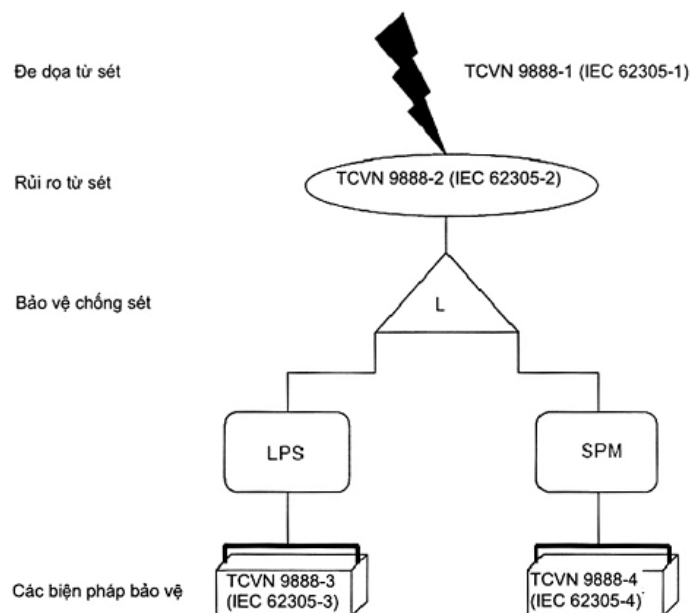
1.1.2. Hướng dẫn này không áp dụng cho hệ thống chống sét các công trình đường sắt; xe cộ, tàu thủy, máy bay và hệ thống lắp đặt ngoài khơi; đường ống áp lực cao chôn ngầm và ống dẫn, đường dây điện và đường dây viễn thông nằm bên ngoài công trình.

1.1.3. Trong hướng dẫn này, sử dụng các thuật ngữ theo bộ TCVN 9888-2013. Riêng thuật ngữ “Kết cấu” được thay bằng thuật ngữ “Công trình xây dựng” hoặc đơn giản là “Công trình” để dễ hiểu hơn.

1.1.4. Hướng dẫn này sử dụng các ký hiệu, công thức và bảng biểu trùng với bộ TCVN 9888:2013 để tiện sử dụng.

1.2. Giới thiệu chung về bộ TCVN 9888:2013

Bộ TCVN 9888:2013 về bảo vệ chống sét gồm 4 phần dùng để thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét cho công trình xây dựng, các thiết bị, tài sản và con người bên trong công trình.



Hình 1.1 - Liên kết giữa các phần của bộ tiêu chuẩn TCVN 9888 (IEC 62305)

Mối liên hệ của 4 phần của bộ TCVN 9888:2013 trong Hình 1.1. Phần 1 phân tích chung hiểm họa do sét gây ra cho công trình và con người; phần 2 nêu chi tiết cách thức đánh giá rủi ro do sét phục vụ việc thiết kế bảo vệ chống sét; phần 3 trình bày chi tiết thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét (LPS); và phần 4 trình bày cách thức bảo vệ hệ thống điện và điện tử bên trong công trình (SPM).

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Tóm tắt từng phần của bộ TCVN 9888:2013 như sau:

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

Phần 1 đưa ra các nguyên tắc chung cần tuân thủ để bảo vệ chống sét cho các công trình, bao gồm bản thân công trình, các hệ thống lắp đặt, tài sản và con người bên trong. Nội dung chính bao gồm:

- Giới thiệu các khái niệm cơ bản về sét, các thông số dòng sét.
- Dựa trên thống kê về dòng điện sét, trong tiêu chuẩn phân ra 4 mức chống sét LPL (I, II, III và IV) với hiệu quả bảo vệ khác nhau (mức độ rủi ro từ thấp đến cao hơn).
- Xác định các vùng bảo vệ chống sét (LPZs) dựa trên mức độ nghiêm trọng của môi trường điện từ do sét tạo ra.
- Quy trình cụ thể để đánh giá nhu cầu bảo vệ chống sét và nêu bật các nguyên tắc chung cho việc bảo vệ chống sét cho các công trình.
- Hướng dẫn lựa chọn các biện pháp bảo vệ chống sét: Hệ thống bảo vệ chống sét (LPS) được sử dụng để giảm thiệt hại vật chất do sét đánh vào công trình; và SPM là các biện pháp thực hiện để bảo vệ các hệ thống bên trong chống lại các ảnh hưởng của LEMP (xung sét điện từ).

2) TCVN 9888 – 2:2013 (IEC 62305 – 2:2010) Bảo vệ chống sét – Phần 2: Quản lý rủi ro

Tiêu chuẩn này hướng dẫn đánh giá rủi ro do sét gây ra cho các công trình, bao gồm bản thân công trình, các hệ thống lắp đặt, tài sản và con người và hoạt động bên trong. Tiêu chuẩn này giúp lựa chọn biện pháp bảo vệ phù hợp nhằm giảm thiểu rủi ro xuống mức chấp nhận được. Các bước chính của quy trình đánh giá rủi ro:

- Xác định công trình và đặc điểm: loại công trình, vật liệu xây dựng, tài sản, đường dây kết nối, các rủi ro đặc biệt.
- Xác định các loại rủi ro có thể xảy ra do sét đánh (thiệt hại về người, gián đoạn dịch vụ, di sản văn hóa, giá trị kinh tế).
- Thu thập dữ liệu về mật độ sét đánh, các thông số dòng sét, vị trí công trình, đường dây, điện trở đất v.v.
- Tính toán các thành phần rủi ro dựa trên các công thức và bảng dữ liệu trong tiêu chuẩn.
- Xác định rủi ro chấp nhận được (R_T) theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn.
- Tính tổng rủi ro R .
- Nếu $R \leq R_T$: Không cần bảo vệ chống sét.
- Nếu $R > R_T$: Cần áp dụng biện pháp bảo vệ chống sét. Lựa chọn biện pháp bảo vệ:
 - + Dựa trên đánh giá rủi ro, lựa chọn các biện pháp phù hợp (LPS, SPM, SPD, cách ly,...). Sau đó tính lại rủi ro cho đến khi $R \leq R_T$
 - + Đánh giá hiệu quả kinh tế của các biện pháp (tính toán chi phí tổn thất, chi phí bảo vệ, lợi ích kinh tế).

3) TCVN 9888 – 3:2013 (IEC 62305 – 3:2010) Bảo vệ chống sét – Phần 3: Thiệt hại vật chất đến công trình và nguy hiểm tính mạng

Phần tiêu chuẩn này hướng dẫn việc thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống bảo vệ chống sét

(LPS) bao gồm bảo vệ chống sét bên ngoài và bảo vệ chống sét bên trong.

Bảo vệ chống sét bên ngoài nhằm mục đích thu sét đánh trực tiếp lên công trình và dẫn dòng sét từ điểm sét đánh xuống đất. Hệ thống phân tán dòng điện sét vào đất mà không gây ra nhiệt hoặc hư hỏng cơ học hoặc phát ra tia lửa nguy hiểm có thể gây cháy, nổ. Tương ứng với 4 mức LPL, xác định bốn mức LPS (I đến IV), cung cấp hướng dẫn chi tiết thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì các hệ thống đầu thu sét, hệ thống dây dẫn sét và hệ thống đầu tiếp đất. Xác định kích thước tối thiểu và vật liệu cho các thành phần LPS này.

Hệ thống bảo vệ chống sét bên trong ngăn chặn sự xuất hiện tia lửa điện nguy hiểm bên trong công trình do dòng sét chạy trong LPS bên ngoài hoặc trong các bộ phận dẫn điện khác của công trình. Giải pháp thực hiện là thông qua liên kết đẳng thế và cách ly với hệ thống bảo vệ chống sét bên ngoài.

4) TCVN 9888 – 4:2013 (IEC 62305 – 4:2010) Bảo vệ chống sét – Phần 4: Hệ thống điện và điện tử bên trong công trình

Tiêu chuẩn này hướng dẫn bảo vệ các hệ thống điện và điện tử trong các công trình khỏi bị ảnh hưởng bởi các xung điện từ do sét (LEMP). Nội dung chính bao gồm:

- Giải thích cách thức LEMP có thể làm hỏng các hệ thống điện và điện tử thông qua các xung điện dẫn, xung điện cảm ứng và bức xạ trường điện từ.
- Quy định các vùng bảo vệ chống sét (LPZs) để quản lý môi trường điện từ. Cung cấp thông tin về việc đánh giá môi trường điện từ bên trong LPZ.
- Nêu các biện pháp bảo vệ cho các hệ thống điện và điện tử bao gồm: nối đất, liên kết đẳng thế, che chắn từ trường của sét, định tuyến đường dây, giao diện cách ly và hệ thống thiết bị chống sốc điện áp (SPD) phối hợp.

1.3. Rủi ro do sét

Trong tiêu chuẩn đưa ra các khái niệm là nguồn thiệt hại (ký hiệu là S) để chỉ vị trí sét đánh tương đối với công trình, kiểu thiệt hại (ký hiệu là D) để chỉ bản chất vật lý của thiệt hại, kiểu tổn thất (ký hiệu là L) và rủi ro (ký hiệu là R). Dưới đây là giới thiệu về các khái niệm này.

1.3.1. Nguồn gây thiệt hại

Để phân loại mức độ nghiêm trọng do sét gây ra, tiêu chuẩn đưa ra khái niệm về nguồn gây thiệt hại thể hiện vị trí sét đánh tương đối với vị trí công trình như sau:

- S1: sét đánh trực tiếp vào công trình;
- S2: sét đánh gần công trình;
- S3: sét đánh vào các đường dây nối với công trình;
- S4: sét đánh gần các đường dây nối với công trình.

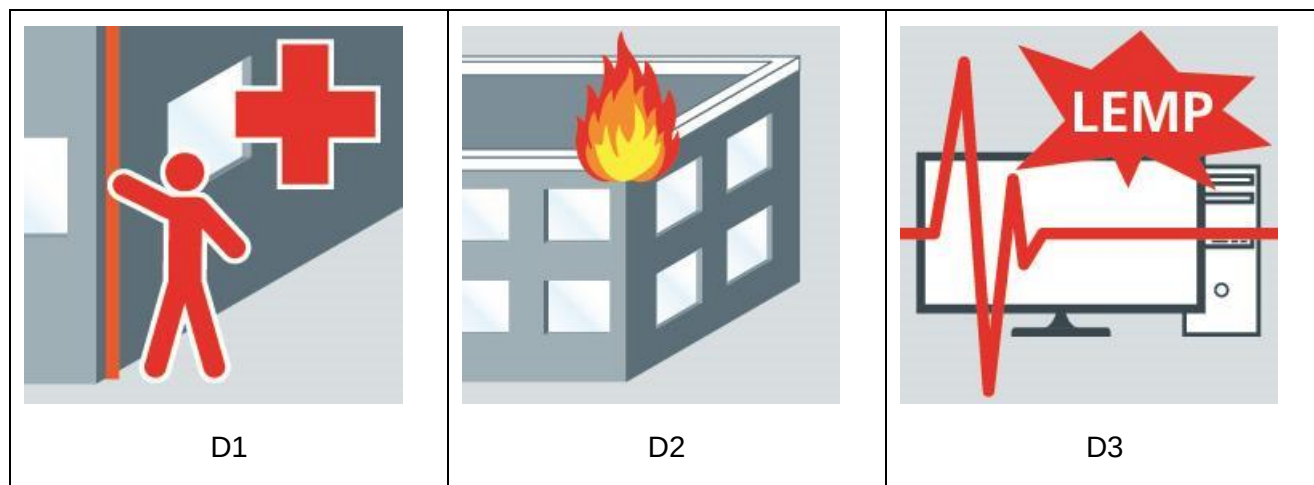
1.3.2. Kiểu thiệt hại

Mỗi nguồn gây thiệt hại S có thể dẫn đến một hoặc nhiều kiểu thiệt hại D khác nhau. Các kiểu thiệt hại cơ bản như sau:

- D1: tổn thương sinh vật (người và động vật) do điện giật;

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

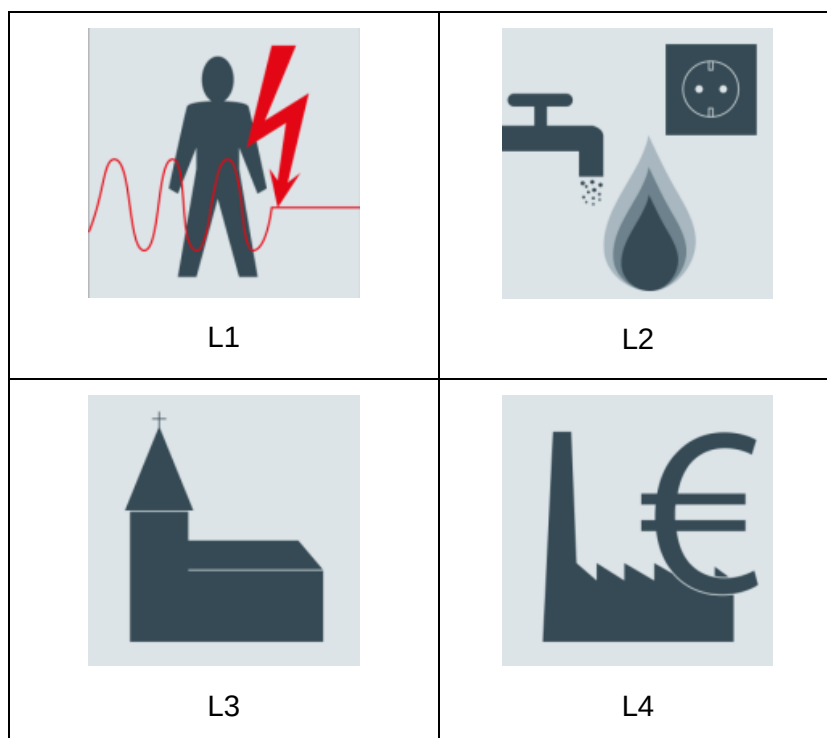
- D2: thiệt hại vật chất (cháy, nổ, phá hủy cơ học, hóa học) do tác động của dòng sét bao gồm cả khi sét có vai trò là mồi gây lửa;
- D3: thiệt hại do hỏng hóc hệ thống điện và điện tử bên trong do xung điện từ của sét (LEMP) gây ra.



Hình 1.2. Kiểu thiệt hại D

1.3.3 Tổn thất

Tổn thất, L là lượng trung bình mất mát (về người và hàng hóa), hậu quả của một kiểu thiệt hại do một trường hợp nguy hiểm gây ra, được tính tương đối trên tổng giá trị (về người và hàng hóa) của công trình cần bảo vệ.



Hình1.3. Các loại tổn thất Lx

Mỗi kiểu thiệt hại, một mình hoặc kết hợp với những kiểu khác, có thể tạo ra các tổn thất khác nhau trong công trình cần bảo vệ. Tổn thất có thể xuất hiện, phụ thuộc vào các đặc trưng của bản thân công trình

và các thứ bên trong nó. Trong TCVN 9888-2:2013, các kiểu tổn thất sau được tính đến:

- L1: tổn thất về con người;
- L2: tổn thất dịch vụ cho cộng đồng như điện, nước, thông tin liên lạc;
- L3: tổn thất về di sản văn hóa;
- L4: tổn thất về giá trị kinh tế.

1.3.4 Rủi ro do sét

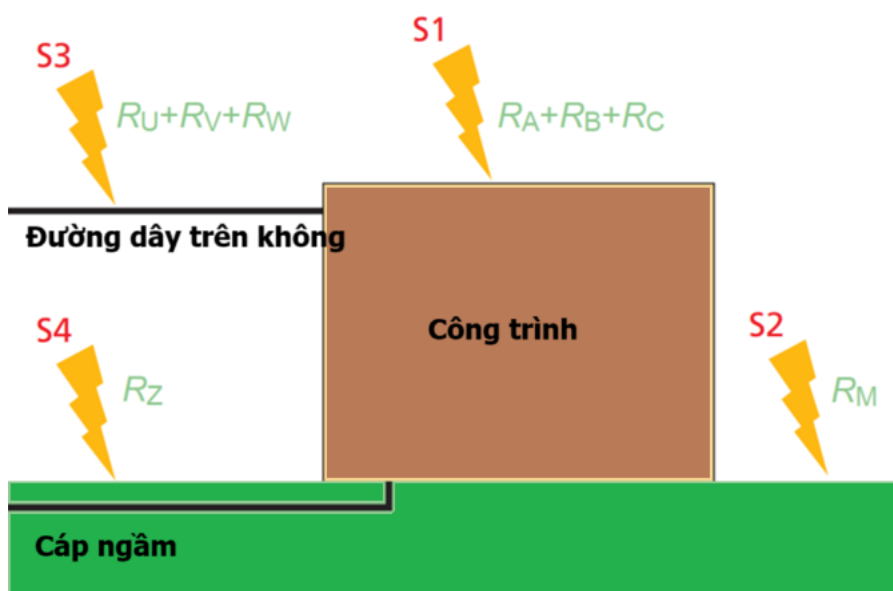
Rủi ro, R , là giá trị tương đối của tổn thất trung bình có thể có hằng năm. Ví dụ rủi ro 0.01 nghĩa là khả năng thiệt hại là 1 % trong năm.

Đối với mỗi kiểu tổn thất có rủi ro tương ứng như sau:

- R1: rủi ro tổn thất về tính mạng con người;
- 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 phụ thuộc vào nguồn thiệt hại S và kiểu thiệt hại D .

Các mối quan hệ giữa nguồn thiệt hại, loại thiệt hại và loại tổn thất, thành phần rủi ro được tóm tắt trong Hình 1.4 và Bảng 1.1.



Hình 1.4 — Nguồn và rủi ro do sét và các rủi ro thành phần

Bảng 1.1 — Thiệt hại D và tổn thất L trong một công trình theo nguồn gây thiệt hại S

Điểm sét đánh	Nguồn thiệt hại	Kiểu thiệt hại	Kiểu tổn thất	Thành phần rủi ro
Sét đánh trực tiếp vào công trình	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4	R _A R _B R _C
Sét đánh gần công trình	S2	D3	L1 ^b , L2, L4	R _M
Sét đánh vào đường dây nối với công trình	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4	R _U R _V R _W
Sét đánh gần đường dây nối với công trình	S4	D3	L1 ^b , L2, L4	R _Z

^a Chỉ cho đối với tài sản là gia súc, động vật nuôi.

^b Chỉ cho các công trình có nguy cơ cháy nổ, các bệnh viện hoặc các công trình khác, nơi mà hỏng hóc của các hệ thống bên trong công trình ngay lập tức gây nguy hiểm cho tính mạng con người.

Các rủi ro thành phần được xác định như bảng sau:

Bảng 1.2 — Định nghĩa các thành phần rủi ro

	Rủi ro liên quan đến sét đánh TRỰC TIẾP vào công trình (S1):
RA:	Rủi ro thương tích do sét đánh trực tiếp: Loại thiệt hại: D1 - Thương tích do dòng sét gây ra bởi điện áp chạm và điện áp bước bên trong công trình và bên ngoài các khu vực rộng đến 3 m xung quanh dây dẫn sét xuống đất. Loại tổn thất: L1 - Mất mạng người (bao gồm cả thương tích vĩnh viễn) và L4 - Mất giá trị kinh tế (chủ yếu là thiệt hại cho động vật). Diễn giải: R_A liên quan đến nguy cơ bị sốc điện do dòng sét truyền qua các phần dẫn điện của công trình, hoặc do dòng sét gây ra điện áp bước, điện áp chạm. Chú thích: Trong các công trình 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.
RB:	Rủi ro thiệt hại vật chất do sét đánh trực tiếp: Loại thiệt hại: D2 - Thiệt hại vật chất (cháy nổ, phá hủy cơ học, giải phóng hóa chất). Loại tổn thất: L1, L2, L3, và L4 - bao gồm cả thiệt hại về người, gián đoạn dịch vụ, di sản văn hóa và giá trị kinh tế. Diễn giải: R_B liên quan đến nguy cơ công trình bị hỏng hóc, cháy nổ, phá hủy do tác động trực tiếp của dòng sét. Thành phần liên quan đến thiệt hại vật chất do phát tia lửa nguy hiểm bên trong công trình 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.
RC:	Rủi ro lỗi hệ thống điện do sét đánh trực tiếp:

	Loại thiệt hại: D3 - Lỗi hệ thống điện và điện tử. Loại tổn thất: L1, L2, và L4 - bao gồm cả thương tích cho người, gián đoạn dịch vụ và tổn thất về giá trị kinh tế. Diễn giải: R_c liên quan đến nguy cơ các hệ thống điện và điện tử trong công trình bị hỏng hóc do xung điện từ do sét tạo ra (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 công trình có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các công trình khác mà hỏng hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.
	Rủi ro liên quan đến sét đánh GẦN công trình (S2)
R _M :	Rủi ro lỗi hệ thống điện do sét đánh gần công trình): Loại thiệt hại: D3 - Lỗi hệ thống điện và điện tử. Loại tổn thất: L1, L2, và L4 - bao gồm cả thương tích cho người, gián đoạn dịch vụ và tổn thất về giá trị kinh tế. Diễn giải: R_M liên quan đến nguy cơ các hệ thống điện và điện tử bị hỏng hóc do xung điện từ do sét đánh gần công trình gây ra (LEMP). Tổn thất L2 và L4 có thể xảy ra trong tất cả các trường hợp cùng với kiểu L1 trong trường hợp các công trình có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các công trình khác mà hỏng của hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.
	Rủi ro liên quan đến sét đánh TRỰC TIẾP vào đường dây kết nối với công trình (S3)
R _U :	Rủi ro thương tích do sét đánh vào đường dây: Loại thiệt hại: D1 - Thương tích do dòng sét gây ra bởi điện áp chạm. Loại tổn thất: L1 - Mất mạng người (bao gồm cả thương tích vĩnh viễn) và L4 – Tổn thất về giá trị kinh tế (chủ yếu là thiệt hại về động vật). Diễn giải: R_U liên quan đến nguy cơ bị sốc điện do dòng sét truyền qua đường dây vào công trình, dẫn đến điện áp chạm.
R _V :	Rủi ro thiệt hại vật chất do sét đánh vào đường dây: Loại thiệt hại: D2 - Thiệt hại vật chất (cháy nổ, phá hủy cơ học, giải phóng hóa chất). Loại tổn thất: L1, L2, L3, và L4 - bao gồm cả thiệt hại về người, gián đoạn dịch vụ, di sản văn hóa và giá trị kinh tế. Diễn giải: R_V liên quan đến nguy cơ công trình bị hỏng hóc, cháy nổ, phá hủy do dòng sét truyền qua đường dây vào công trình.
R _W :	Rủi ro lỗi hệ thống điện do sét đánh vào đường dây: Loại thiệt hại: D3 - Lỗi hệ thống điện và điện tử. Loại tổn thất: L1, L2, và L4 - bao gồm cả thương tích cho người, gián đoạn dịch vụ và tổn thất về giá trị kinh tế. Diễn giải: R_W liên quan đến nguy cơ các hệ thống điện và điện tử bị hỏng hóc do dòng sét truyền qua đường dây vào công trình, dẫn đến xung điện từ (LEMP). Tổn thất kiểu L2 và L4 có thể xảy ra trong tất cả các trường hợp, cùng với kiểu L1 trong trường hợp công trình có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các công trình khác, nơi mà hư hỏng của hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.
	Rủi ro liên quan đến sét đánh GẦN đường dây kết nối với công trình (S4)
R _Z :	Rủi ro lỗi hệ thống điện do sét đánh gần đường dây: Loại thiệt hại: D3 - Lỗi hệ thống điện và điện tử. Loại tổn thất: L1, L2, và L4 - bao gồm cả thương tích cho người, gián đoạn dịch vụ và

	tổn thất về giá trị kinh tế. Diễn giải: R_Z liên quan đến nguy cơ các hệ thống điện và điện tử bị hỏng hóc do xung điện từ do sét đánh gần đường dây kết nối với công trình gây ra (LEMP). Tổn thất kiểu L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp, cùng với kiểu L1 trong trường hợp công trình có rủi ro nổ, và các bệnh viện hoặc các công trình khác, nơi mà khi hỏng hệ thống bên trong gây nguy hiểm ngay đến tính mạng con người.
--	--

Mỗi thành phần rủi ro R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W và R_Z, có thể được biểu diễn bằng công thức tổng quát sau:

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad (1.1)$$

trong đó:

N_X là số lượng trường hợp nguy hiểm hàng năm (xem Phụ lục A trong TCVN 9888-2: 2013);

P_X là xác suất thiệt hại (xem Phụ lục B trong TCVN 9888-2: 2013);

L_X là mức độ tổn thất (xem Phụ lục C trong TCVN 9888-2: 2013).

Đây là công thức cơ bản để đánh giá rủi ro sét, giúp xác định khả năng xảy ra thiệt hại do sét đánh và mức độ nghiêm trọng của thiệt hại đó. Công thức này cho phép đánh giá tổng thể rủi ro bằng cách nhân ba yếu tố:

- Xác suất xảy ra sự kiện nguy hiểm N_X: Bao nhiêu lần sét đánh trung bình trong một năm?
- Xác suất sét gây thiệt hại P_X: Khi sét đánh, có bao nhiêu phần trăm khả năng gây thiệt hại?
- Giá trị thiệt hại L_X: Nếu sét gây thiệt hại, giá trị thiệt hại sẽ như thế nào?

Trên thực tế, các thành phần rủi ro thường được kết hợp với nhau trong thực tế, tạo nên nhiều tình huống nguy hiểm. Các thành phần của công thức có thể được phân tích như sau:

1. N_X (số lượng sự kiện nguy hiểm): Đại diện cho số lượng sét đánh trung bình hàng năm có thể ảnh hưởng đến công trình hoặc đường dây. N_X càng lớn, tức là khả năng sét đánh vào công trình cao hơn, dẫn đến rủi ro cao hơn. N_X phụ thuộc vào các yếu tố như mật độ sét đánh xuống đất (N_G), diện tích thu sét (A_D), vị trí của công trình (C_D) và các yếu tố khác.
2. P_X (xác suất thiệt hại): Đại diện cho xác suất xảy ra thiệt hại khi sét đánh vào công trình hoặc đường dây. P_X càng lớn, tức là khả năng sét gây thiệt hại cao hơn, dẫn đến rủi ro cao hơn. P_X phụ thuộc vào các yếu tố như đặc điểm của công trình, đường dây, biện pháp bảo vệ chống sét được áp dụng và các thông số dòng sét.
3. L_X (giá trị hay mức độ tổn thất): Đại diện cho mức độ thiệt hại trung bình (về người và tài sản) do mỗi sự kiện nguy hiểm gây ra. L_X càng lớn, tức là mức độ thiệt hại do sét gây ra càng nghiêm trọng, dẫn đến rủi ro cao hơn. L_X phụ thuộc vào các yếu tố như loại thiệt hại (D1 - thương tích, D2 - thiệt hại vật chất, D3 - lỗi hệ thống điện), loại tổn thất (L1 - mất mạng người, L2 - gián đoạn dịch vụ, L3 - mất di sản văn hóa, L4 - mất giá trị kinh tế), đặc điểm của công trình và các biện pháp được áp dụng để giảm thiểu tổn thất.

Để có khái niệm về công thức, có thể lấy ví dụ đơn giản như sau:

Công trình: Một tòa nhà văn phòng

N_X : 10 lần sét đánh/năm

P_X : 0.01 (xác suất 1 % sét gây thiệt hại)

L_X : 1000 triệu đồng (giá trị tổn thất về giá trị kinh tế trung bình)

Rủi ro $R_X = 10 \times 0.01 \times 1000$ triệu đồng = 100 triệu đồng/năm

Công thức này cho thấy, trung bình mỗi năm, tòa nhà văn phòng này có thể phải chịu tổn thất về giá trị kinh tế khoảng 100 triệu đồng do sét đánh.

1.4. Mức bảo vệ chống sét (LPL)

Mức bảo vệ chống sét (LPL) là một khái niệm quan trọng trong TCVN 9888:2013, được sử dụng để xác định mức độ bảo vệ chống sét cần thiết cho một công trình. LPL dựa trên việc đánh giá các thông số dòng sét và xác định khả năng chống chịu của công trình.

Bốn mức bảo vệ chống sét (LPL) được đưa ra bao gồm:

1. LPL I: Mức bảo vệ cao nhất, dành cho các công trình đặc biệt nhạy cảm với sét, ví dụ như trung tâm dữ liệu, bệnh viện, nhà máy hóa chất, kho chứa chất nổ...
2. LPL II: Mức bảo vệ trung bình, áp dụng cho các công trình có nguy cơ thiệt hại cao, ví dụ như nhà cao tầng, nhà máy sản xuất, trung tâm thương mại...
3. LPL III: Mức bảo vệ thấp hơn, phù hợp với các công trình có nguy cơ thiệt hại thấp hơn, ví dụ như nhà ở, công trình dân dụng...
4. LPL IV: Mức bảo vệ thấp nhất, áp dụng cho các công trình có nguy cơ thiệt hại thấp nhất, ví dụ như nhà kho, công trình nông nghiệp...

Mỗi mức LPL được xác định bởi một bộ các thông số dòng sét tối đa và tối thiểu, bao gồm:

- Dòng sét cực đại: Giá trị dòng sét cao nhất được đo tại điểm sét đánh.
- Điện tích sét: Lượng điện tích được truyền bởi sét.
- Năng lượng riêng: Năng lượng được truyền bởi sét, chia cho điện trở của đường dẫn sét.
- Thời gian tăng dòng sét: Thời gian cần thiết để dòng sét đạt đến 90% giá trị đỉnh.
- Thời gian giảm dòng sét: Thời gian cần thiết để dòng sét giảm xuống còn 50% giá trị đỉnh sau khi đạt đỉnh.
- Thời gian kéo dài của sét: Thời gian dòng sét duy trì ở mức trên 10% giá trị đỉnh.

Căn cứ vào số liệu thống kê đo đạc dòng điện sét nhiều năm trên thực tế, trong tiêu chuẩn từng mức bảo vệ chống sét (LPL) tương ứng với một bộ tham số về dòng sét tối đa và tối thiểu. Từ đó 4 mức LPL có hiệu quả bảo vệ khác nhau (Hình 1.5), cụ thể là:

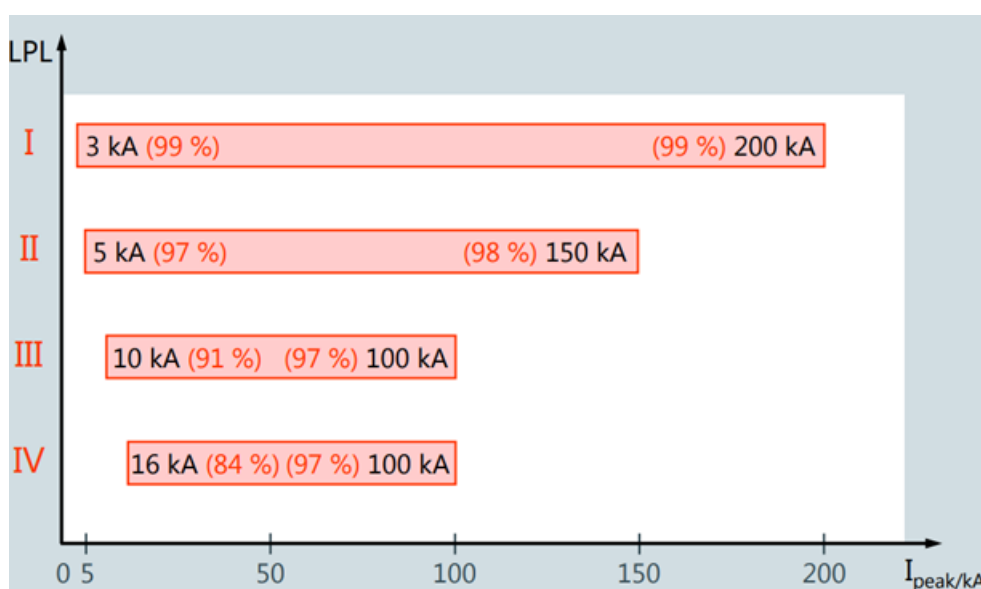
- LPL 1: 99 % dòng sét cực đại nhỏ hơn 200 kA và 99 % lớn hơn 3 kA.
- LPL 2: 98 % dòng sét cực đại nhỏ hơn 150 kA và 97 % lớn hơn 5 kA.
- LPL 3: 97 % dòng sét cực đại nhỏ hơn 100 kA và 91% lớn hơn 10kA.
- LPL 4: 97 % dòng sét cực đại nhỏ hơn 100 kA và 84 % lớn hơn 16 kA.

Từ mức bảo vệ trên sẽ đưa ra các giải pháp thiết kế các thành phần hệ thống chống sét như tiết diện

dây dẫn, độ dày tấm kim loại, khả năng của thiết bị chống sốc điện, vùng bảo vệ của hệ thống chống sét.

Ý nghĩa của LPL:

- Thiết kế hệ thống bảo vệ: LPL được sử dụng để thiết kế các thành phần của hệ thống bảo vệ chống sét (LPS) như kích thước dây dẫn, độ dày tấm kim loại, khả năng chịu dòng của SPD, khoảng cách cách ly, v.v.
- Phục vụ thử nghiệm: LPL được sử dụng để xác định các thông số thử nghiệm mô phỏng sét trong phòng thí nghiệm, đảm bảo các thành phần của hệ thống bảo vệ chống sét có thể chịu được những tác động của sét.
- Phân loại nguy cơ: LPL giúp xác định mức độ nguy hiểm do sét đánh, từ đó có thể áp dụng các biện pháp bảo vệ phù hợp.



Hình 1.5. Bộ thông số dòng sét cực đại xác định LPL

1.5. Biện pháp bảo vệ

Biện pháp bảo vệ chống sét chính gồm lắp đặt hệ thống bảo vệ chống sét (LPS) và biện pháp giảm thiểu hỏng hóc hệ thống điện và điện tử (SPM). Hệ thống LPS, hay còn gọi là hệ thống chống sét gồm các đầu thu sét, dây dẫn dòng điện sét tiêu tán xuống đất nhanh chóng thông qua hệ thống tiếp đất. Trong tiêu chuẩn đưa ra bốn cấp LPS (I, II, III và IV) xem Chương 3 trong hướng dẫn này. Các biện pháp SPM là che chắn điện từ, nối đất, liên kết, cách ly và lắp thiết bị chống sốc điện áp (SPD) trong Chương 4 hướng dẫn này.

Ngoài các biện pháp trên, còn có các biện pháp chống điện giật cho người và động vật như cách ly các bộ phận dẫn điện, hạn chế vật lý đến khu nguy hiểm, liên kết đẳng thế chống điện thế bước.

Mục đích sử dụng, các đặc trưng của công trình và của các biện pháp bảo vệ có thể ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro với một công trình được đưa ra trong Bảng 1.3.

Bảng 1.3 - Các yếu tố ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro

Các đặc trưng của công trình hoặc hệ thống bên trong và các biện pháp bảo vệ	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Diện tích thu sét	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 diện 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.								

2. QUẢN LÝ RỦI RO

Để thực hiện chống sét, trong TCVN 9888-2:2013 áp dụng quy trình quản lý rủi ro được minh họa bằng sơ đồ luồng trong Hình 2.1. Quá trình xác định rủi ro thiệt hại do sét đánh gây ra cho một công trình và các thành phần của nó khá phức tạp, do cần xem xét nhiều yếu tố khác nhau.

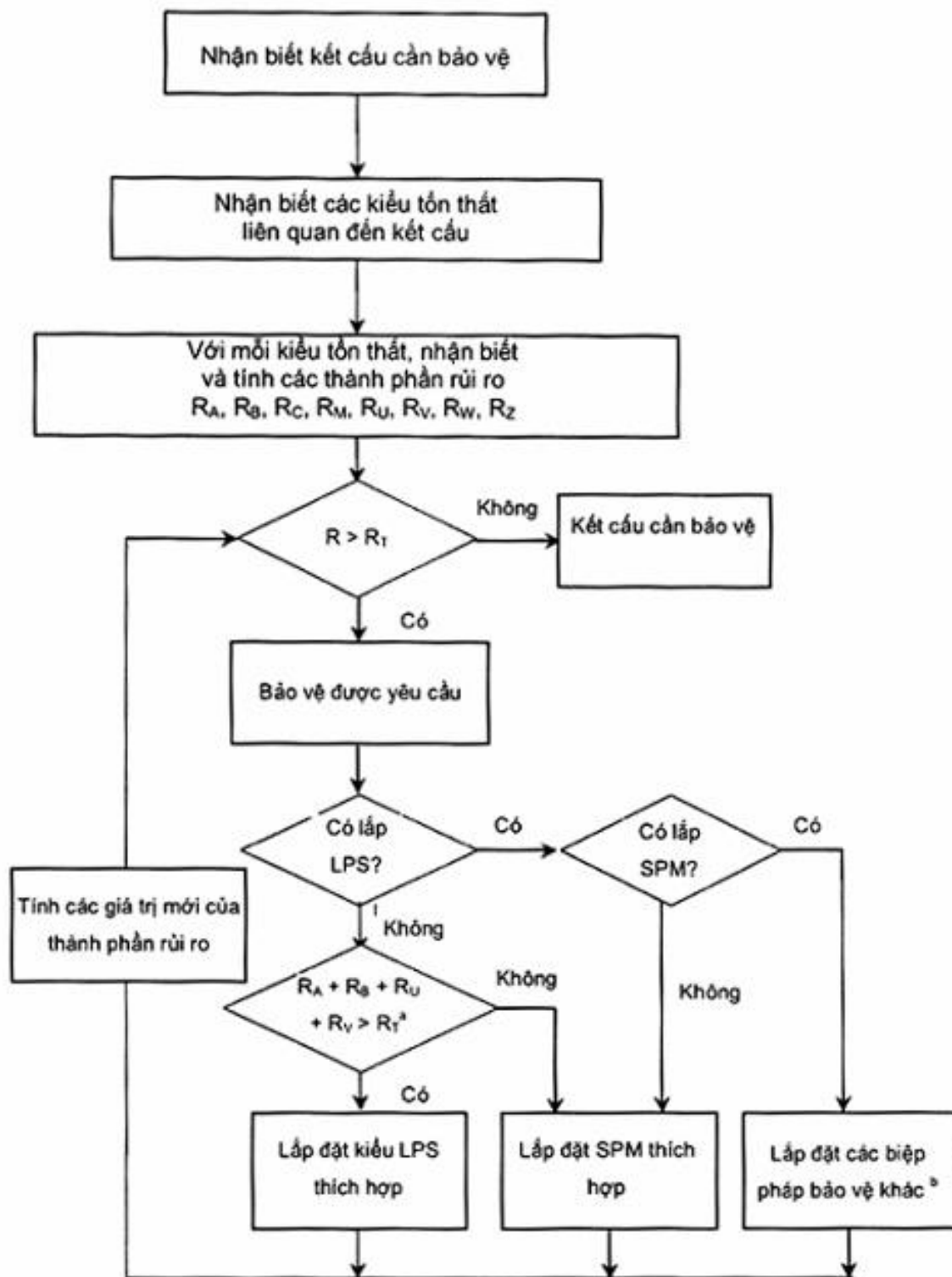
Để áp dụng qui trình quản lý rủi ro, các bước cụ thể cần thực hiện như sau:

1. Xác định công trình và đặc điểm, thu thập dữ liệu liên quan: Thu thập thông tin về công trình, vật liệu, nội dung, đường dây kết nối, v.v. Thu thập dữ liệu về mật độ sét đánh (N_G), các thông số dòng sét, hệ số vị trí (C_D), hệ số lắp đặt đường dây (C_I), hệ số môi trường (C_E), hệ số loại đường dây (C_T), giá trị tài sản, v.v.
2. Xác định loại tổn thất: Xác định các loại tổn thất có thể xảy ra (L1, L2, L3, L4).
3. Xác định vùng Z_S: Chia công trình thành các vùng Z_S, ví dụ như khu vực văn phòng, khu vực lưu trữ, v.v.
4. Tính toán N_X - Số lượng sự kiện: Tính toán số lượng sét đánh trung bình mỗi năm cho từng vùng

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

(N_D , N_M , N_L , N_I , N_{DJ}) theo các công thức trong phụ lục A của TCVN 9888-2:2013.

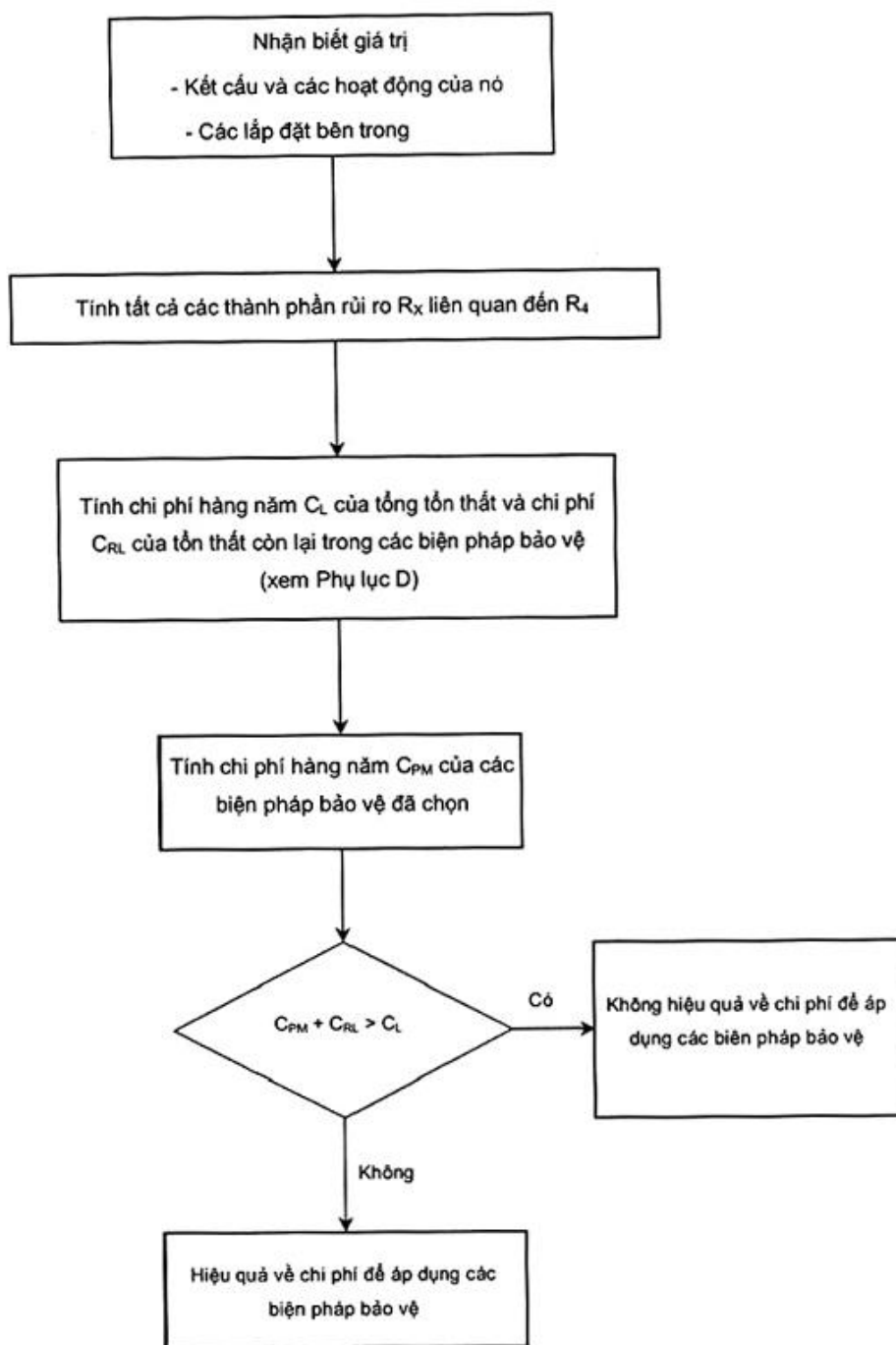
5. Tính toán P_X - Xác suất thiệt hại: Tính toán xác suất thiệt hại cho mỗi vùng (P_A , P_B , P_C , P_M , P_U , P_V , P_W , P_Z) dựa trên các công thức và bảng dữ liệu trong phụ lục B của TCVN 9888-2:2013.
6. Tính toán L_X - Mức độ tổn thất: Tính toán mức độ tổn thất (L_A , L_B , L_C , L_M , L_U , L_V , L_W , L_Z) theo các công thức và bảng dữ liệu trong phụ lục C của TCVN 9888-2:2013.
7. Tính toán R_X - Thành phần rủi ro: Tính toán các thành phần rủi ro (R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z) cho mỗi vùng Z_S .
8. Xác định R_T - Rủi ro chấp nhận được: Xác định mức rủi ro tối đa mà chủ sở hữu công trình có thể chấp nhận (R_T).
9. So sánh R với R_T : Tính tổng rủi ro (R) cho mỗi loại tổn thất và so sánh với giá trị R_T tương ứng.
10. Quyết định về nhu cầu bảo vệ: Nếu rủi ro tính được nhỏ hơn hoặc bằng rủi ro chấp nhận được ($R \leq R_T$), công trình được bảo vệ đủ. Nếu $R > R_T$ thì cần áp dụng biện pháp bảo vệ chống sét để giảm rủi ro (R) xuống mức chấp nhận được (R_T).
11. Lựa chọn biện pháp bảo vệ ($R > R_T$): Nếu rủi ro tính được lớn hơn rủi ro chấp nhận được (R_T), cần lựa chọn biện pháp bảo vệ chống sét phù hợp. Các biện pháp bảo vệ này được xác định từ các bảng liên quan trong tiêu chuẩn TCVN 9888-2:2013 (thường là các bảng B.2, B.3 và B.7. Việc tính toán sẽ quay lại các bước trên đến khi $R \leq R_T$).
12. Đánh giá hiệu quả kinh tế (xem Hình 2.2): Xác định chi phí tổn thất (CL), chi phí bảo vệ (CPM), và lợi ích kinh tế (SM) để đưa ra quyết định về việc có nên áp dụng biện pháp bảo vệ hay không.



^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 1.3.

Hình 2.1 – Quy trình đánh giá rủi ro R1, R2 và R3



Hình 2.2 – Quy trình đánh giá hiệu quả kinh tế các biện pháp bảo vệ

Dưới đây là hướng dẫn chi tiết các bước nêu trên.

2.1. Xác định công trình và đặc điểm, thu thập dữ liệu liên quan:

Thu thập thông tin cơ bản về công trình cần bảo vệ, bao gồm:

- Thông số môi trường (mật độ sét đánh xuống đất (N_G), điện trở đất, vị trí tương đối) ở khu vực xây dựng công trình.
- Loại công trình (nhà ở, công nghiệp, thương mại, bệnh viện, v.v.)
- Vật liệu xây dựng (gỗ, thép, bê tông, v.v.)
- Nội dung bên trong (người, động vật, thiết bị nhạy cảm, vật liệu dễ cháy, v.v.)

- Các đường dây kết nối (điện, thông tin liên lạc, v.v.)
- Các biện pháp bảo vệ chống sét hiện tại đã có (LPS, SPM, v.v.)
- Các nguy cơ đặc biệt (nguy cơ cháy nổ, khó thoát hiểm, v.v.)

Để tính toán rủi ro cần thu thập và đo đạc các yếu tố, thông số và số liệu cần thiết. Trên thực tế do nhiều nguyên nhân có thể không có số liệu cần thiết để thực hiện quy trình đánh giá rủi ro. Chẳng hạn như thông tin về vật liệu làm sàn của tòa nhà làm bằng gỗ, gạch hay vật liệu khác chưa được chủ đầu tư xác định và vì vậy chưa thể tính toán rủi ro do điện giật. Trong trường hợp này, cần làm việc với các bên liên quan để có thể xác định các thông tin này. Trong trường hợp không thể thì yếu tố, số liệu thiếu cần được giả định là giá trị gây thiệt hại cao nhất có thể. Để tiện và dễ hiểu cho việc tính toán phân ra các cụm đặc trưng như sau

2.1.1. Các đặc trưng về môi trường và công trình

Các số liệu cần được thu thập (qua khảo sát, tính toán, giả định khi không có số liệu) bao gồm:

- Số liệu mật độ sét.
- Đặc điểm hình học công trình bao gồm kích thước (chiều cao, dài, rộng), hệ thống chống sét (đã được lắp đặt chưa và nếu có là ở cấp độ nào), liên kết đẳng thế và màn chắn không gian.
- Hệ số vị trí của công trình so với các công trình lân cận và địa hình

Bảng 2.1 – Bảng mẫu các đặc trưng về môi trường và công trình

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị mẫu	Tham khảo TCVN 9888 – 2:2013
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/(\text{km}^2 \cdot \text{năm})$)		N_G	4,0	Tham khảo Phụ lục 1 tài liệu này
Kích thước của công trình (m)		L, W, H	15, 20, 6	
Hệ số vị trí của công trình	Công trình 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)

2.1.2. Thông số về đường dây nối với công trình

Đối với một công trình có thể có các đường dây như đường dây điện, viễn thông đi vào công trình. Trong trường hợp các đường dây đi từ các công trình lân cận, cần tính đến điện tích hút sét của các công trình lân cận này.

Bảng 2.2 – Bảng mẫu đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích(ví dụ)	Ký hiệu	Giá trị mẫu	Tham khảo TCVN 9888 – 2:2013
Chiều dài (m) ^a		L _L	1000	
Hệ số lắp đặt	Chôn ngầm	C _I	0,5	Bảng A.2
Hệ số loại đường dây	Dây hạ áp	C _T	1	Bảng A.3
Hệ số môi trường đường dây	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	
Công trình lân cận	Không có	L _J , W _J , H _J	-	
Hệ số vị trí của công trình	Không có	C _{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)	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.	U _w	2,5	
	Từ U _w tính ra các thông số kết quả. Giá trị lớn nhất của K _{S4} được giới hạn ở 1.	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 m (Điều A.4 và Điều A.5 trong TCVN 9888 – 2:2013)				

Bảng 2.3 – Bảng mẫu đường dây viễn thông (TLC)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị mẫu	Tham khảo TCVN 9888 – 2:2013
Chiều dài (m) ^a		L _L	1000	
Hệ số lắp đặt	Trên không	C _I	0,5	Bảng A.2
Hệ số loại đường dây	Dây viễn thông	C _T	1	Bảng A.3
Hệ số 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	
Công trình lân cận	Không có	L _J , W _J , H _J	-	

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị mẫu	Tham khảo TCVN 9888 – 2:2013
Hệ số vị trí của công trình	Công trình được cách ly	C_{DJ}	-	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)	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.	U_w	1,5	
	Từ U_w tính ra các thông số kết quả. Giá trị lớn nhất của K_{S4} được giới hạn ở 1.	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 $L_L = 1000$ m (Điều A.4 và Điều A.5 trong TCVN 9888 – 2:2013)				

Lưu ý: có thể có nhiều đường dây dẫn đến công trình. Trong mỗi đường dây có thể có các đoạn đường dây với các thông số khác nhau và cần lập các bảng cho từng đoạn dây như trên.

2.2. Xác định kiểu tổn thất:

Xác định các kiểu tổn thất có thể xảy ra do sét đánh, bao gồm:

- L1: Mất mạng người (bao gồm cả thương tích vĩnh viễn);
- L2: Gián đoạn dịch vụ công cộng;
- L3: Tổn thất về di sản văn hóa;
- L4: Tổn thất về giá trị kinh tế (công trình, phần bên trong, mọi hoạt động).

Đối với đại bộ phận công trình, tổn thất về người và kinh tế được xem xét. Tổn thất về dịch vụ công cộng liên quan đến việc cấp điện, nước, ga hay viễn thông cho công trình. Thiệt hại di sản văn hóa xảy ra đối với bảo tàng, phòng trưng bày các tác phẩm nghệ thuật và các công trình có ý nghĩa văn hóa, lịch sử.

2.3. Xác định vùng Z_s :

Chia vùng Z_s (Zones of a structure) là một bước quan trọng trong quá trình đánh giá rủi ro do sét theo tiêu chuẩn IEC 62305-2. Mục tiêu chính của việc chia vùng là:

- Xác định các khu vực có đặc điểm đồng nhất: Mỗi vùng Z_s đại diện cho một khu vực trong công trình có các đặc điểm tương tự về vật liệu, chức năng, nội dung, hệ thống điện, và các yếu tố ảnh hưởng khác.
- Lựa chọn biện pháp bảo vệ phù hợp: Việc chia vùng giúp người dùng lựa chọn biện pháp bảo vệ phù hợp với từng vùng, thay vì áp dụng chung cho toàn bộ công trình. Điều này giúp tối ưu hóa chi phí và hiệu quả bảo vệ.

Nguyên tắc chia vùng Z_s :

- Xác định chính xác các loại rủi ro tiềm ẩn trong mỗi vùng. Ví dụ, vùng có nhiều người tập trung sẽ có rủi ro L1 (tổn thất về người) cao hơn, vùng có nhiều thiết bị điện tử sẽ có rủi ro L4 (tổn thất về kinh tế)

cao hơn.

- Lựa chọn biện pháp bảo vệ phù hợp với từng loại rủi ro. Ví dụ, vùng có chứa di sản văn hóa có thể cần biện pháp bảo vệ chống sét cao hơn so với các vùng khác.
- Giảm chi phí bảo vệ chống sét. Việc chia vùng Z_S cho phép chủ sở hữu công trình áp dụng biện pháp bảo vệ hiệu quả nhất cho từng vùng, thay vì phải áp dụng biện pháp bảo vệ mạnh nhất cho toàn bộ công trình.

Các khu vực Z_S được xác định chủ yếu theo:

- Loại đất/sàn: Rủi ro thương tích (R_A , R_U) bị ảnh hưởng bởi khả năng dẫn điện của sàn. Các vùng có loại sàn khác nhau (bê tông, gỗ, thảm,...) nên được chia thành các vùng riêng biệt.
- Ngăn cháy: Rủi ro thiệt hại vật chất (R_B , R_V) bị ảnh hưởng bởi khả năng chống cháy của công trình. Các vùng có khả năng chống cháy khác nhau (REI 120, REI 180, REI 360,...) nên được chia thành các vùng riêng biệt.
- Màn chắn từ: Rủi ro lỗi hệ thống điện (R_C , R_M) thay đổi khi có màn chắn từ (magnetic shield). Các vùng có màn chắn từ và vùng không có màn chắn từ nên được chia thành các vùng riêng biệt.
- Hệ thống bên trong: Rủi ro lỗi hệ thống điện (R_C , R_M) có thể khác nhau giữa các hệ thống nội bộ (hệ thống điện, mạng nội bộ, hệ thống điều hòa,...) Nên chia các hệ thống nội bộ khác nhau thành các vùng riêng biệt.
- Biện pháp bảo vệ (tất cả các thành phần rủi ro): Các biện pháp bảo vệ chống sét (LPS, SPD, màn chắn, cách ly,...) cũng có thể là yếu tố để chia vùng. Ví dụ, một vùng có LPS, một vùng có SPD, một vùng có màn chắn từ, v.v.
- Giá trị tổn thất (tất cả các thành phần rủi ro): Giá trị tổn thất (L_1 , L_2 , L_3 , L_4) có thể khác nhau giữa các vùng. Nên chia các vùng có giá trị tổn thất cao và thấp thành các vùng riêng biệt.

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

Dưới đây là một số vùng mẫu lấy từ phụ lục E của TCVN 9888:2-2013. Các mẫu này có thể sử dụng trên các tình huống cụ thể trên thực tế.

Bảng 2.4.- Bảng mẫu E.13 trong TCVN 9888-2:2013: Tòa nhà văn phòng các yếu tố có giá trị trong khu vực Z_1 (bên ngoài khu lõi vào)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888-2:2013
Bề mặt đất (sàn)	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	Không có	K_{S2}	1	Công thức

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
bên trong				(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 2.5. Bảng mẫu E.14 trong TCVN 9888-2:2013- Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z_2 (vườn bên ngoài)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
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 2.6. Bảng E.15 trong TCVN 9888-2:2013- Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z_3 (kho)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
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		$n_z/n_1 \times t_z/8760 = 20/100 \times 8760/8760$	-	0,10	

Bảng 2.7. Bảng E.16 trong TCVN 9888-2:2013- Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z_4 (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

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo
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		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 160/200 \times 8760/8760$	-	0,80	

Bảng 2.8. Bảng E.17 trong TCVN 9888-2:2013- Tòa nhà văn phòng: Các yếu tố có giá trị trong khu vực Z_5 (trung tâm máy tính)

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888-2:2013
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	Không có	P_{SPD}	1	Bảng B.3

Thông số đầu vào		Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
	phối hợp				
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: 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		$n_z/n_t \times t_z/8760 = 14/200$ $\times 8760/8760$	-	0,07	

**Bảng 2.9. Bảng E.28 trong TCVN 9888-2:2013- 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 TCVN 9888- 2:2013
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

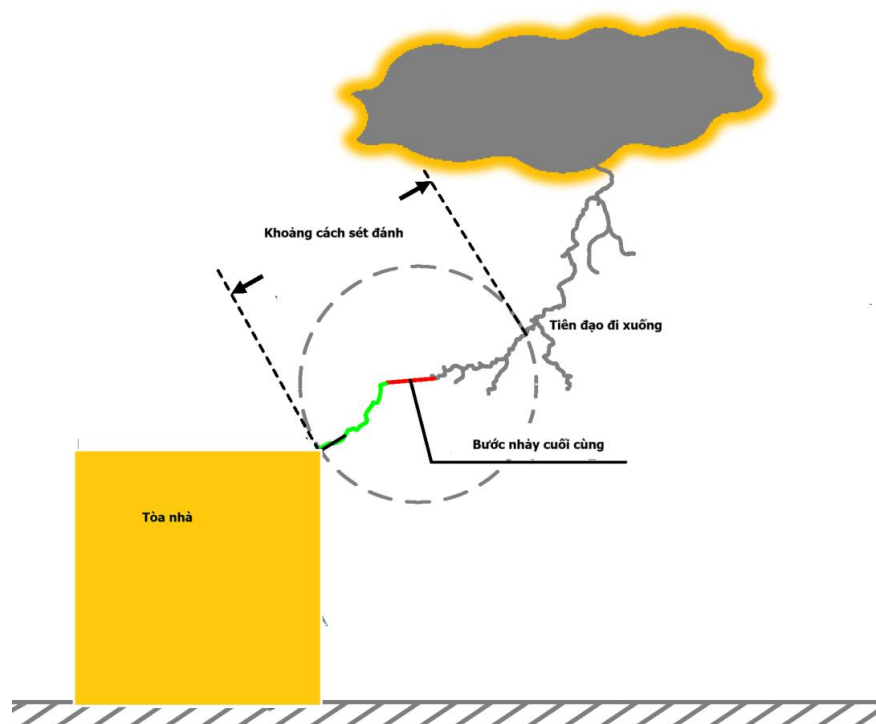
Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888-2:2013
L1: Tổn thất về cuộc sống con người	Nguy hiểm đặc biệt: khó sơ tán	h _z	5	Bảng C.6
	D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L _T	10 ⁻²	Bảng C.2
	D2: do thiệt hại vật chất	L _F	10 ⁻¹	
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L _O	10 ⁻²	
Yếu tố về người bị nguy hiểm	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 35/1000 \times 8760/8760$	-	0,35	
L4: Tổn thất về kinh tế	D2: Do thiệt hại vật chất	L _F	0,5	Bảng C.12
	D2: Hệ số $(c_a + c_b + c_c + c_s)/c_t = 8,4/90$	-	0,093	
	D3: do hư hỏng các hệ thống bên trong	L _O	10 ⁻²	
	D3: Hệ số $c_s/c_t = 5,5/90$	-	0,061	

Bảng 2.10. Bảng E.29 trong TCVN 9888-2:2013- 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 TCVN 9888-2:2013
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	K _{S3}	0,2	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	P _{SPD}	1	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	K _{S3}	0,01	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	P _{SPD}	1	Bảng B.3

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
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	$n_z/n_t \times t_z/8760 = 5/1000 \times 8760/8760$	-	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	

2.4. Tính toán N_x - Số lượng sự kiện nguy hiểm:

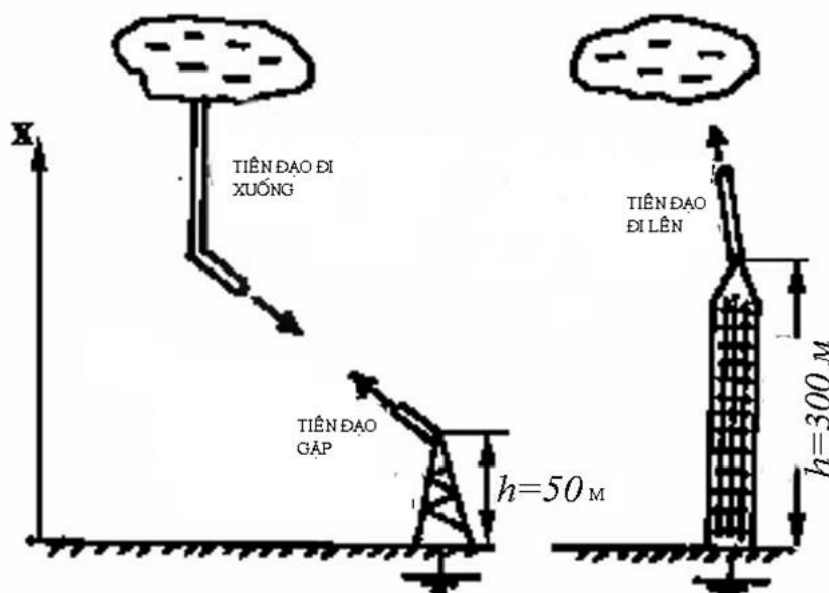


Hình 2.3. Tiên đạo đi xuống gần mặt đất sẽ chọn điểm gần nhất để đánh vào thời điểm bước tiên đạo cuối cùng

Theo thống kê, một công trình cao hơn so với xung quanh sẽ thu sét đánh vào. Sét chủ yếu xuất phát từ đám mây, phát triển theo cơ chế tiên đạo (theo từng bước), tiến dần xuống đất. Khi gần đến mặt đất, sét

sẽ chọn điểm gần nhất để thực hiện bước nhảy cuối cùng của tia tiên đạo (xem Hình 2.3). Điều này giải thích khi các nhà cao hơn thường bị sét đánh hơn so với các nhà thấp hơn.

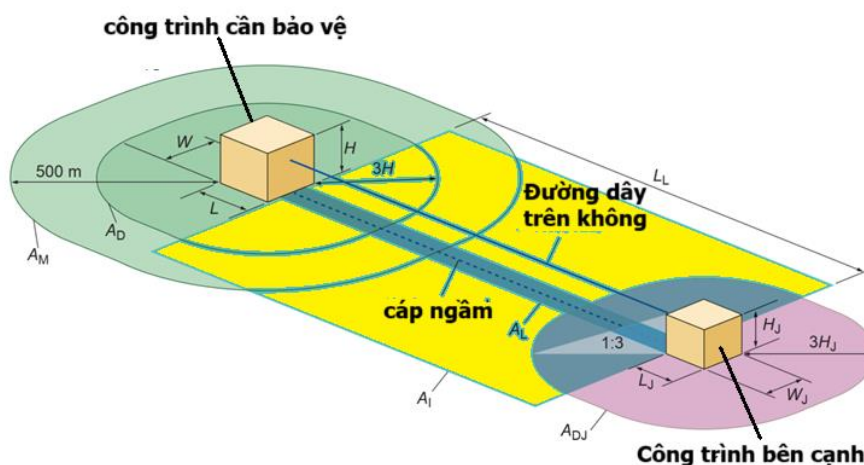
Thông thường các công trình thấp dưới 200 m thì chủ yếu sét đánh là sét đi xuống còn những công trình cao hơn thì có nhiều hiện tượng sét đánh đi lên từ công trình (hình 2.4). Công trình có kích thước mặt bằng càng lớn và chiều cao càng lớn thì bị sét đánh càng nhiều.

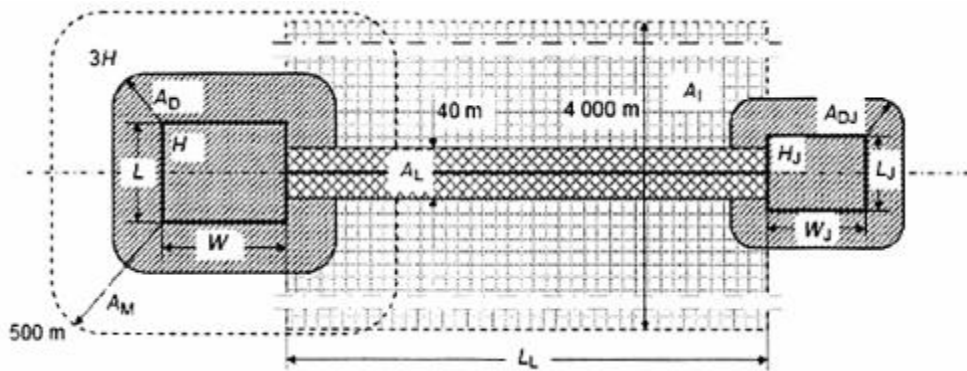


Hình 2.4. Sét đi lên và sét đi xuống

Công trình có kích thước, nhất là chiều cao càng lớn thì bị sét đánh càng nhiều. Để đặc trưng cho tính chất thu hút sét trong tiêu chuẩn đưa ra thông số diện tích thu nhận sét của công trình.

Hình 2.5 thể hiện công trình có đường dây trên không, cáp chôn ngầm dưới đất nối với công trình bên cạnh. Để xác định hiểm họa do sét, trong tiêu chuẩn đưa ra các giá trị diện tích thu nhận bao gồm: sét đánh trực tiếp vào công trình A_D , sét đánh gần công trình A_M , sét đánh trực tiếp vào các công trình lân cận A_{Dj} , sét đánh vào các đường dây đi vào công trình A_L và đánh gần đường dây đi vào công trình A_I .





Hình 2.5 - Các diện tích thu nhận (A_D , A_{DJ} , A_I , A_L)

Phụ lục A của tiêu chuẩn IEC 62305-2 cung cấp các công thức và hướng dẫn để tính toán số lượng sự kiện nguy hiểm (N_x) trung bình mỗi năm do sét gây ra đối với công trình hoặc đường dây. Định nghĩa và công thức tính được trình bày trong bảng dưới đây

Bảng 2.11 – Bảng công thức tính toán N_x .

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
1	Số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét N_x				
	N_D	Trực tiếp vào công trình		$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	Công thức A.4
	N_M	Gần công trình		$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$	Công thức A.6
	N_L	Trực tiếp vào đường dây đi vào công trình		$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.8
	N_I	Gần đường dây đi vào công trình		$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.10
	N_{DJ}	Trực tiếp vào công trình lân cận		$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.5
	Ghi chú: Có thể có nhiều đường dây (điện lực hoặc viễn thông)				

Trong các công thức trên, có các hệ số trong phụ lục A của TCVN 9888-2:2013 như sau:

- Bảng A.1: Dùng để tìm hệ số vị trí (C_D) của công trình hoặc công trình liền kề.
- Bảng A.2: Dùng để tìm hệ số lắp đặt (C_I) của đường dây.
- Bảng A.3: Dùng để tìm hệ số loại đường dây (C_T) cho đường dây điện hoặc thông tin liên lạc.
- Bảng A.4: Dùng để tìm hệ số môi trường (C_E) xung quanh đường dây.

Dưới đây là cách tính các đại lượng trong bảng trên và ví dụ minh họa.

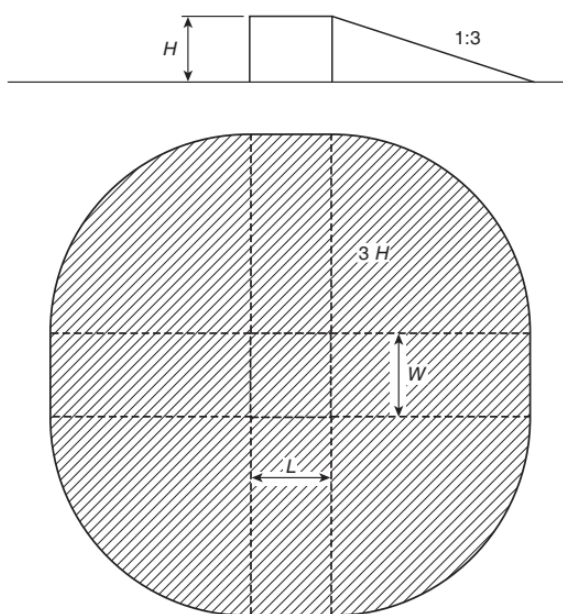
2.4.1. Sét đánh trực tiếp vào công trình (N_D):

Công thức tính: $N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$

N_G (Mật độ sét đánh xuống đất): Số lượng sét đánh xuống đất trung bình mỗi năm trên diện tích 1 km². Giá trị N_G được lấy từ các bản đồ mật độ sét hoặc các mạng lưới đo sét (xem phụ lục 1 Hướng dẫn này).

A_D (Diện tích thu sét đánh thẳng vào công trình): phụ thuộc vào hình dạng của công trình. Phụ lục A cung cấp các công thức để tính toán diện tích thu sét cho các hình dạng đơn giản (hình chữ nhật, hình vuông, hình tròn).

Đối với các công trình đứng biệt lập 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 công trình (điểm tiếp xúc với công trình) và quay xung quanh công trình. Xác định giá trị A_D có thể thực hiện bằng đồ họa hoặc toán học (xem trong các hình 2.5, 2.6, 2.7).



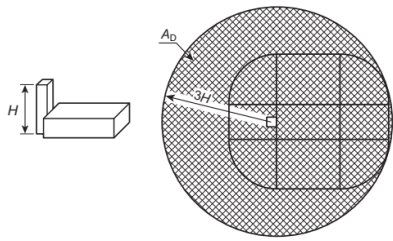
Hình 2.6 - Diện tích thu nhận A_D , của công trình biệt lập

Phương pháp đồ họa tính toán A_D cho công trình như sau:

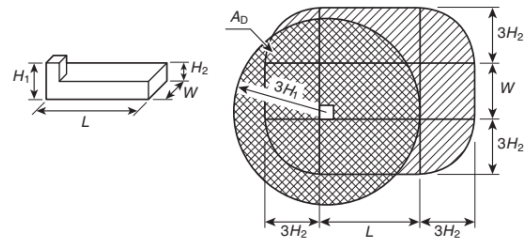
- Vẽ sơ đồ công trình trên giấy hoặc sử dụng phần mềm đồ họa để vẽ.
- Vẽ các đường thẳng có độ dốc 1:3 (góc 18,4 °) từ đỉnh cao nhất của công trình, quay quanh toàn bộ công trình.
- Diện tích bao phủ bởi các đường thẳng này chính là diện tích hút sét (A_D).

Phương pháp tính toán từng phần:

- Chia công trình phức tạp thành nhiều phần nhỏ hơn (hình chữ nhật, hình tam giác,...)
- Tính toán diện tích hút sét (A_D) cho từng phần riêng biệt.
- Cộng các diện tích A_D của các phần lại với nhau (phần trùng nhau không tính) để tìm tổng diện tích hút sét (A_D) cho toàn bộ công trình.



Khi phần nhô cao bao phủ hết $A_D = \pi 9H^2$



Khi phần nhô cao không phủ hết, thì A_D là phần diện tích được đánh dấu (có gạch)

Hình 2.7. Phương pháp đồ họa tính toán A_D cho công trình phức tạp

Với công trình hình chữ nhật biệt lập ta có thể dùng công thức toán học:

$$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2 \quad (2.1)$$

- L: Chiều dài công trình (m)
- W: Chiều rộng công trình (m)
- H: Chiều cao công trình (m)
- π : Số pi (3,14159...)

C_D (Hệ số vị trí): Hệ số vị trí của công trình, phản ánh khả năng thu sét của công trình dựa trên vị trí của nó so với các vật thể xung quanh. Tìm giá trị C_D trong Bảng A.1 của tiêu chuẩn TCVN 9888-2:2013.

Bảng 2.12. Bảng A.1 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số vị trí (C_D):

Vị trí tương đối	C_D
Công trình được bao quanh bởi các vật thể cao hơn	0,25
Công trình được bao quanh bởi các vật thể có chiều cao bằng hoặc nhỏ hơn	0,5
Công trình độc lập, không có vật thể khác xung quanh	1
Công trình độc lập trên đỉnh đồi hoặc gò	2

Ví dụ tính toán cho công trình hình chữ nhật biệt lập:

- N_G : 3 lần/km²/năm (Lấy từ bản đồ mật độ sét).
- A_D : Tính toán theo công thức cho hình chữ nhật: $A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$,
- + Giả sử: L = 30 m, W = 20 m, H = 10 m, Ta có:
- + $A_D = 30 \times 20 + 2 \times (3 \times 10) \times (30 + 20) + \pi \times (3 \times 10)^2 = 2,58 \times 10^4 \text{ m}^2$
- C_D : 0,5 (Tìm giá trị trong bảng 2.12 Hướng dẫn này hoặc Bảng A.1 trong TCVN 9888-2:2013 cho công trình được bao quanh bởi các vật thể có chiều cao bằng hoặc nhỏ hơn)
- N_D : $N_D = 3 \times 2,58 \times 10^4 \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,0387 \text{ lần/năm}$

2.4.2 Sét đánh gần công trình (N_M):**Công thức tính:** $N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$

A_M (Diện tích thu sét đánh gần công trình): Diện tích khu vực xung quanh công trình có thể bị ảnh hưởng bởi sét đánh gần, được tính bởi diện tích kéo dài đường nằm cách đường bao (chu vi) công trình khoảng cách 500m. Đối với công trình hình chữ nhật biệt lập (xem hình 2.6):

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2 \quad (2.2)$$

Trong trường hợp công trình phức tạp, sử dụng phương pháp đồ họa để vẽ sơ đồ công trình trên giấy hoặc sử dụng phần mềm vẽ. Sau đó vẽ đường bao có khoảng cách 500m quanh công trình. Từ đó tính diện tích phần nằm trong phạm vi đã vẽ.

Ví dụ minh họa:

- N_G : 3 lần/km²/năm
- Giả sử: $L = 30$ m, $W = 20$ m
- $A_M = 2 \times 500 \times (30 + 20) + \pi \times 500^2 = 9,85 \times 10^5$ m²
- N_M : $N_M = 3 \times 9,85 \times 10^5 \times 10^{-6} = 2,955$ lần/năm

2.4.3. Sét đánh trực tiếp vào đường dây (N_L):**Công thức:** $N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$

A_L : Diện tích thu sét khi sét đánh vào đường dây (Hình 2.5). Tính toán dựa trên chiều dài đường dây (công thức A.9 phụ lục A trong TCVN 9888-2:2013).

$$A_L = 40 \times L_L \quad (2.3)$$

Trong đó 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.

C_I (Hệ số lắp đặt đường dây): Phản ánh loại lắp đặt đường dây (xem bảng 2.13).

Bảng 2.13. Bảng A.2 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số lắp đặt đường dây (C_I):

Loại lắp đặt	C_I
Đường dây trên không	1
Đường dây ngầm	0,5
Đường dây ngầm chạy trong phạm vi mạng nối đất (mục 5.2 TCVN 9888:4-2013)	0,01

C_T (Hệ số loại đường dây): Thể hiện loại đường dây (cao áp, hạ áp, thông tin liên lạc) (Bảng 2.13 hoặc Bảng A.3 trong TCVN 9888-2: 2013).

Bảng 2.14. Bảng A.3 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số loại đường dây (C_T):

Loại lắp đặt	C_T
Đường dây điện áp thấp, đường dây thông tin liên lạc hoặc dữ liệu	1

Đường dây điện áp cao (có biến áp HV/LV)	0,2
--	-----

C_E (Hệ số môi trường): Phản ánh loại môi trường xung quanh đường dây (Bảng A.4 trong TCVN 9888-2: 2013).

Bảng 2.15. Bảng A.4 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số môi trường (C_E):

Môi trường	C _E
Nông thôn	1
Ngoại ô	0,5
Đô thị	0,1
Đô thị với các tòa nhà cao tầng hơn 20m	0,01

Ví dụ:

- N_G: 3 lần/km²/năm
- Giả sử: L_L = 100 m
- A_L = 40 x 100 = 4,00 x 10³ m²
- C_I = 0,5 (Tìm giá trị trong bảng 2.13 hoặc bảng A.2 của TCVN 9888-2: 2013 cho đường dây ngầm).
- C_E = 1 (Tìm giá trị trong bảng 2.15 hoặc bảng A.4 của TCVN 9888-2: 2013 cho môi trường nông thôn).
- C_T = 1 (Tìm giá trị trong bảng 2.14 hoặc bảng A.3 của TCVN 9888-2: 2013 cho đường dây điện hạ áp).
- N_L = 3 x 4,00 x 10³ x 0,5 x 1 x 1 x 10⁻⁶ = 0,006 lần/năm.

2.4.4. Sét đánh gần đường dây N_I:

Công thức: $N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$

A_I: Diện tích thu sét đánh gần đường dây (Hình 2.5). Tính toán dựa trên công thức A.11 (phụ lục A trong TCVN 9888-2:2013) như sau:

$$A_I = 4000 \times L_L \quad (2.4)$$

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.

Các hệ số C_I (Hệ số lắp đặt đường dây), C_E (Hệ số môi trường), C_T (Hệ số loại đường dây) xem các bảng trên.

Ví dụ:

- N_G = 3 lần/km²/năm
- Giả sử: L_L = 100 m
- A_I = 4000 x 100 = 4,00 x 10⁵ m²
- C_I: 0,5 (Tìm giá trị trong bảng 2.13 hoặc bảng A.2 TCVN 9888-2: 2013 cho đường dây ngầm)

- C_E : 1 (Tìm giá trị trong bảng 2.15 hoặc bảng A.4 TCVN 9888-2: 2013 cho môi trường nông thôn)
- C_T : 1 (Tìm giá trị trong bảng 2.14 hoặc bảng A.3 TCVN 9888-2: 2013 cho đường dây điện áp thấp)
- $N_I = 3 \times 4,00 \times 10^5 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 10^{-6} = 0,6$ lần/năm

2.4.5. Sét đánh vào công trình lân cận (N_{DJ}):

Công thức: $N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$

A_{DJ} (Diện tích thu sét của công trình lân cận): Tính toán theo công thức tương tự như tính cho A_D , với việc sử dụng các thông tin của công trình lân cận.

$$A_{DJ} = L_J \times W_J + 2 \times (3 \times H_J) \times (L_J + W_J) + \pi \times (3 \times H_J)^2 \quad (2.5)$$

C_{DJ} (Hệ số vị trí của công trình lân cận): Tìm giá trị trong bảng 2.12 hoặc bảng A.1 TCVN 9888-2: 2013.

C_T (Hệ số loại đường dây): Tìm giá trị trong bảng 2.14 hoặc bảng A.3 TCVN 9888-2: 2013.

Ví dụ:

- $N_G = 3$ lần/km²/năm
- Giả sử: $L_J = 25$ m, $W_J = 15$ m, $H_J = 8$ m
- $A_{DJ} = 25 \times 15 + 2 \times (3 \times 8) \times (25 + 15) + \pi \times (3 \times 8)^2 = 1,12 \times 10^4$ m²
- C_{DJ} : 0,5 (Giả sử công trình liền kề cũng ở vị trí tương tự như công trình chính).
- C_T : 1 (Loại đường dây điện áp thấp).
- $N_{DJ} = 3 \times 1,12 \times 10^4 \times 0,5 \times 1 \times 10^{-6} = 0,0168$ lần/năm

2.5. Tính toán P_X - Xác suất thiệt hại:

Tính toán xác suất thiệt hại cho mỗi vùng ($P_A, P_B, P_C, P_M, P_U, P_V, P_W, P_Z$) dựa trên các công thức và bảng dữ liệu trong phụ lục B trong TCVN 9888-2: 2013.

Bảng 2.16. bảng tổng hợp tính P_X

Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
Đánh giá xác suất thiệt hại P_X			Lưu ý cần tính cho từng vùng Z_s	
Sét đánh vào công trình gây ra				
P_A	Tổn thương sinh vật		$P_A = P_{TA} \times P_B$	Công thức B.1

Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	do điện giật			
P_B	Thiệt hại vật chất		Phụ thuộc hệ thống LPS: không có ($P_B = 1$); IV ($P_B = 0,2$); III ($P_B = 0,1$); II ($P_B = 0,05$); I ($P_B = 0,02$); có thể có giá trị nhỏ hơn nếu có che chắn tăng cường	Bảng B.2
P_C	Hồng các hệ thống bên trong		$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$ $P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3})$ với P_{Ci} là các thông số liên quan đến hệ thống bên trong $i = 1, 2, 3, \dots$	Công thức B.2 Công thức 14 nếu trong một khu vực có nhiều hệ thống bên trong
Sét đánh gần công trình sẽ gây ra				
P_M	Hồng các hệ thống bên trong		$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$, trong đó $P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$ $K_{S1} = 0,12 \times W_{m1}$ $K_{S2} = 0,12 \times W_{m2}$ trong đó w_{m1} (m) và w_{m2} (m) là các chiều rộng mắt lưới của các màn chắn không gian. Đối với các màn chắn kim loại liền có chiều dày không nhỏ hơn 0,1 mm thì $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$ $K_{S4} = 1/U_w$ U_w là điện áp chịu xung danh định của hệ thống cần bảo vệ, tính bằng kV $P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3})$ với P_{Mi} là các thông số liên quan đến hệ thống bên trong $i = 1, 2, 3, \dots$	Công thức B.3 Công thức B.4 Công thức B.5 Công thức B.6 Công thức B.7 Công thức 15 tính cho trong một khu vực có nhiều hệ thống bên trong
Sét đánh vào đường dây sẽ gây ra			Lưu ý có thể có nhiều đường dây (điện lực hoặc viễn thông)	
P_U	Tổn thương sinh vật do điện giật		$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.8
P_V	Thiệt hại vật chất		$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.9
P_W	Hồng các hệ thống bên trong		$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.10
Sét đánh gần đường dây sẽ gây ra				

Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
P_Z	Hồng các hệ thống bên trong		$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$	Công thức B.11

Các bảng từ B.1 đến B.9 trong phụ lục B trong TCVN 9888-2:2013

Bảng 2.17. Bảng B.1 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thương tích (P_{TA}) cho người và động vật do điện áp tiếp xúc và điện áp bước

Biện pháp bảo vệ	P_{TA}
Không có biện pháp bảo vệ	1
Biển báo cảnh báo	10^{-1}
Cách ly điện (ví dụ: Polyetylen liên kết chéo, ít nhất 3 mm) cho các phần tiếp xúc	10^{-2}
Nối đất hiệu quả	10^{-2}
Hạn chế vật lý hoặc khung nhà được sử dụng như hệ thống dẫn sét	0

Bảng 2.18. Bảng B.2 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thiệt hại vật chất (P_B) phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ chống sét

Đặc điểm công trình	Lớp LPS	P_B
Công trình không được bảo vệ bởi LPS	-	1
Công trình được bảo vệ bởi LPS lớp IV	IV	0,2
Công trình được bảo vệ bởi LPS lớp III	III	0,1
Công trình được bảo vệ bởi LPS lớp II	II	0,05
Công trình được bảo vệ bởi LPS lớp I	I	0,02
Công trình có hệ thống thu sét theo LPS lớp I và khung kim loại hoặc bê tông cốt thép liên tục làm hệ thống dẫn sét tự nhiên	-	0,01
Công trình có mái kim loại và hệ thống thu sét (có thể bao gồm các thành phần tự nhiên), với bảo vệ hoàn toàn các thiết bị trên mái khỏi sét đánh trực tiếp và khung kim loại hoặc bê tông cốt thép liên tục làm hệ thống dẫn sét tự nhiên	-	0,001

Bảng 2.19. Bảng B.3 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong (P_{SPD}): phụ thuộc vào mức bảo vệ chống sét LPL mà SPD được thiết kế

LPL	P_{SPD}
Không có hệ thống SPD	1

LPL III-IV	0,05
LPL II	0,02
LPL I	0,01
Hệ thống SPD tốt hơn (dòng danh định cao hơn, mức bảo vệ thấp hơn)	0,005-0,01

Bảng 2.20. Bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong (C_{LD} , C_{LI}) khi sét đánh vào đường dây hạc gần được dây

Loại đường dây	Kết nối ở lỗi vào	C_{LD}	C_{LI}
Đường dây trên không, không che chắn	Không xác định	1	1
Đường dây ngầm, không che chắn	Không xác định	1	1
Đường dây điện nhiều cực nối đất	Không có	1	0,2
Đường dây ngầm được che chắn (điện hoặc thông tin)	Màn chắn không nối đất chung với thiết bị	1	0,3
Đường dây trên không được che chắn (điện hoặc thông tin)	Màn chắn không nối đất chung với thiết bị	1	0,1
Đường dây ngầm được che chắn (điện hoặc thông tin)	Màn chắn được nối đất chung với thiết bị	1	0
Đường dây trên không được che chắn (điện hoặc thông tin)	Màn chắn được nối đất chung với thiết bị	1	0
Đường dây bảo vệ chống sét hoặc dây dẫn trong ống dẫn bảo vệ chống sét, ống dẫn kim loại hoặc ống kim loại	Màn chắn được nối đất chung với thiết bị	0	0
Không có đường dây	Không có kết nối với đường dây (hệ thống độc lập)	0	0
Bất kỳ loại nào	Giao diện cách ly theo TCVN 9888-4:2013	0	0

Bảng 2.21. Bảng B.5 trong TCVN 9888-2:2013: Hệ số ảnh hưởng của mạng lưới dây dẫn nội bộ (K_{S3}):

Loại dây dẫn nội bộ	K_{S3}
Dây dẫn không che chắn - không có biện pháp phòng tránh vòng lặp (a)	1
Dây dẫn không che chắn - có biện pháp phòng tránh vòng lặp lớn (b)	0,2
Dây dẫn không che chắn - có biện pháp phòng tránh vòng lặp (c)	0,01
Dây dẫn được che chắn và dây dẫn chạy trong ống dẫn 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 m ²) 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 m ²). c Các vòng dẫn điện có định tuyến trong cùng một cáp (diện tích khép kín cỡ 0,5 m ²).	

Loại dây dẫn nội bộ	K_{S3}
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.	

Bảng 2.22. Bảng B.6 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thương tích khi đánh vào vào đường dây (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

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

Bảng 2.23. Bảng B.7 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thương tích do sét đánh vào đường dây phụ thuộc vào liên kết đẳng thế sét (P_{EB}):

Mức bảo vệ chống sét (LPL)	P_{EB}
Không có SPD	1
LPL III-IV	0,05
LPL II	0,02
LPL I	0,01
Nếu thực hiện nhiều hơn một biện pháp bảo vệ, giá trị P_{EB} là tích của các giá trị tương ứng	0,005 - 0,001

Bảng 2.24. Bảng B.8 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống bên trong do sét đánh vào đường dây (P_{LD}):

Loại đường dây	Điều kiện lắp đặt, che chắn, và nối đất		Điện áp chịu đựng (U_w) (kV)				
			1	1,5	2,5	4	6
Đường dây điện hoặc đường dây thông tin liên lạc	Đường dây trên không hoặc ngầm, không che chắn hoặc có che chắn mà màn chắn không nối đất chung với thiết bị		1	1	1	1	1
Đường dây điện hoặc đường dây thông tin liên lạc	Đường dây trên không hoặc ngầm, có che chắn được nối đất chung với thiết bị	Điện trở màn chắn (RS) $\leq 1 \Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02
Đường dây điện hoặc đường dây thông tin liên lạc	Đường dây trên không hoặc ngầm, có che chắn được nối đất chung với thiết bị	$1 \Omega/\text{km} < RS \leq 5 \Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Loại đường dây	Điều kiện lắp đặt, che chắn, và nối đất	Điện áp chịu đựng (U_w) (kV)				
		1	1,5	2,5	4	6
Đường dây điện hoặc đường dây thông tin liên lạc	Đường dây trên không hoặc ngầm, có che chắn được nối đất chung với thiết bị	1	1	0,95	0,9	0,8

Bảng B.25. Bảng B.9 trong TCVN 9888-2:2013: Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện do sét đánh gần đường dây (P_L):

Loại đường dây	Điện áp chịu đựng (U_w) (kV)				
	1	1,5	2,5	4	6
Đường dây điện	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Đường dây thông tin liên lạc	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Phụ lục B tập trung vào việc xác định xác suất thiệt hại (P_x) do sét gây ra. Nó cung cấp các bảng dữ liệu và công thức để tính toán xác suất thiệt hại cho từng loại thiệt hại (D1 - thương tích, D2 - thiệt hại vật chất, D3 - lỗi hệ thống điện) do sét đánh trực tiếp hoặc gần công trình, hoặc vào đường dây hoặc gần đường dây.

Dưới đây là giải thích chi tiết cho từng loại xác suất:

I. Xác suất sét gây thương tích (P_A):

- Công thức: $P_A = P_{TA} \times P_B$

- Giải thích:

+ P_{TA} (Xác suất sét gây thương tích do sốc điện dựa trên biện pháp bảo vệ): Tìm giá trị trong bảng 2.17. (Bảng B.1 trong TCVN 9888-2:2013).

+ P_B (Xác suất sét gây thiệt hại vật chất dựa trên lớp LPS): Tìm giá trị trong bảng 2.18 (Bảng B.2 trong TCVN 9888-2:2013).

Ví dụ:

- P_{TA} : 10^{-2} (Giả sử có biện pháp bảo vệ như cách ly, cảnh báo,...)

- P_B : 0,1 (Giả sử công trình được bảo vệ bởi LPS lớp III)

- P_A : $P_A = 10^{-2} \times 0,1 = 10^{-3}$

II. Xác suất sét gây thiệt hại vật chất (P_B):

- Giải thích: Tìm giá trị P_B trong 2.18 (Bảng B.2 trong TCVN 9888-2:2013) dựa trên lớp LPS được sử dụng cho công trình.

- Ví dụ: Giả sử công trình được bảo vệ bởi LPS lớp II, thì $P_B = 0,05$.

III. Xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong (P_C):

- Công thức: $P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$

- Giải thích:

- + P_{SPD} (Xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong khi sử dụng SPD): Tìm giá trị trong bảng 2.19 (Bảng B.3 trong TCVN 9888-2:2013).
- + C_{LD} (Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong dựa trên loại đường dây, cách ly, và nối đất): Tìm giá trị trong bảng 2.20 (Bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + P_{SPD} : 0,02 (Giả sử sử dụng SPD lớp II)
- + C_{LD} : 0,5 (Giả sử đường dây không được che chắn, không nối đất, không có cách ly)
- + P_C : $P_C = 0,02 \times 0,5 = 10^{-2}$

IV. Xác suất lỗi hệ thống bên trong (điện và điện tử) khi sét đánh gần công trình (P_M):

- Công thức: $P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$ (nếu có SPD) hoặc $P_M = P_{MS}$ (nếu không có SPD)

- Giải thích:

- + P_{SPD} : Xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong dựa trên SPD trong bảng 2.19 (bảng B.3 trong TCVN 9888-2:2013).
- + P_{MS} : Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong do sét đánh gần công trình, dựa trên các biện pháp bảo vệ (bảo vệ chống sét, màn chắn, định tuyến đường dây, v.v.) (công thức B.4 trong TCVN 9888-2:2013).
- + K_{S1} : Hệ số hiệu quả của màn chắn tại biên LPZ 0/1.
- + K_{S2} : Hệ số hiệu quả của màn chắn tại biên LPZ X/Y ($X > 0$, $Y > 1$).
- + K_{S3} : Hệ số ảnh hưởng của mạng lưới dây dẫn nội bộ trong bảng 2.21 (bảng B.5 trong TCVN 9888-2:2013).
- + K_{S4} : Hệ số ảnh hưởng của điện áp chịu đựng (U_w) của hệ thống (công thức B.7 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + P_{SPD} : 0,02 (Giả sử sử dụng SPD lớp II).
- + K_{S1} : 0,2 (Giả sử có màn chắn từ).
- + K_{S2} : 0,1 (Giả sử có màn chắn từ).
- + K_{S3} : 0,01 (Giả sử đường dây được định tuyến cẩn thận để tránh tạo thành vòng lặp).
- + K_{S4} : 0,4 (Giả sử điện áp chịu đựng của hệ thống là 2,5 kV).
- + P_{MS} : $P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 = (0,2 \times 0,1 \times 0,01 \times 0,4)^2 = 6,4 \times 10^{-7}$
- + P_M : $P_M = 0,02 \times 6,4 \times 10^{-7} = 1,28 \times 10^{-8}$

V. Xác suất sét gây thương tích khi đánh vào đường dây (P_U):

- Công thức: $P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$

- Giải thích:

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

- + **P_{TU}**: Xác suất phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ chống các điện áp tiếp xúc do sét đánh vào đường dây dựa trên biện pháp bảo vệ trong bảng 2.22 (bảng B.6 trong TCVN 9888-2:2013).
- + **P_{EB}**: Xác suất 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 do sét đánh vào đường dây trong bảng 2.23 (bảng B.7 trong TCVN 9888-2:2013).
- + **P_{LD}**: Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống bên trong do sét đánh vào đường dây, dựa trên loại đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị trong bảng 2.24 (bảng B.8 trong TCVN 9888-2:2013).
- + **C_{LD}**: Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong dựa trên loại đường dây, cách ly, và nối đất trong bảng 2.20 (bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + **P_{TU}**: 10^{-1} (Giả sử có biển báo cảnh báo)
- + **P_{EB}**: 0,01 (Giả sử có SPD lớp I cho liên kết đẳng thế)
- + **P_{LD}**: 0,95 (Giả sử đường dây được che chắn, có điện trở màn chắn 10 Ω /km, và điện áp chịu đựng của thiết bị là 2,5 kV)
- + **C_{LD}**: 1 (Giả sử đường dây không được che chắn, không nối đất, không có cách ly)
- + **P_U**: $P_U = 10^{-1} \times 0,01 \times 0,95 \times 1 = 9,5 \times 10^{-4}$

VI. Xác suất thiệt hại vật chất khi sét đánh vào đường dây (P_V):

- Công thức: $P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$

- Giải thích:

- + **P_{EB}**: Xác suất 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 do sét đánh vào đường dây trong bảng 2.23 (bảng B.7 trong TCVN 9888-2:2013).
- + **P_{LD}**: Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện do sét đánh vào đường dây, dựa trên loại đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị trong bảng 2.24 (bảng B.8 trong TCVN 9888-2:2013).
- + **C_{LD}**: Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống điện dựa trên loại đường dây, cách ly, và nối đất. Xem trong bảng 2.20 (bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + **P_{EB}**: 0,01 (Giả sử có SPD lớp I cho liên kết đẳng thế)
- + **P_{LD}**: 0,95 (Giả sử đường dây được che chắn, có điện trở màn chắn 10 Ω /km, và điện áp chịu đựng của thiết bị là 2,5 kV)
- + **C_{LD}**: 1 (Giả sử đường dây không được che chắn, không nối đất, không có cách ly)
- + **P_V**: $P_V = 0,01 \times 0,95 \times 1 = 9,5 \times 10^{-3}$

VII. Xác suất lỗi hệ thống điện và điện tử bên trong khi sét đánh vào đường dây (P_W):

- Công thức: $P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$

- Giải thích:

- + P_{SPD} : Xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong khi sử dụng SPD theo bảng 2.19 (bảng B.3 trong TCVN 9888-2:2013).
- + P_{LD} : Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện do sét đánh vào đường dây, dựa trên loại đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị theo bảng 2.24 (bảng B.8 trong TCVN 9888-2:2013).
- + C_{LD} : Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống bên trong dựa trên loại đường dây, cách ly, và nối đất theo bảng 2.20 (Bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + P_{SPD} : 0,02 (Giả sử sử dụng SPD lớp II)
- + P_{LD} : 0,95 (Giả sử đường dây được che chắn, có điện trở màn chắn 10 Ω /km, và điện áp chịu đựng của thiết bị là 2,5 kV)
- + C_{LD} : 1 (Giả sử đường dây không được che chắn, không nối đất, không có cách ly)
- + P_W : $P_W = 0,02 \times 0,95 \times 1 = 1,9 \times 10^{-2}$

VIII. Xác suất lỗi hệ thống điện, điện tử khi sét đánh gần đường dây (P_Z):

- Công thức: $P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$

- Giải thích:

- + P_{SPD} : Xác suất sét gây lỗi hệ thống điện khi sử dụng SPD theo bảng 2.19 (bảng B.3 trong TCVN 9888-2:2013).
- + P_{LI} : Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện do sét đánh gần đường dây, dựa trên loại đường dây và điện áp chịu đựng của thiết bị theo bảng 2.25 (bảng B.9 trong TCVN 9888-2:2013).
- + C_{LI} : Hệ số ảnh hưởng đến xác suất sét gây lỗi hệ thống điện, điện tử bên trong dựa trên loại đường dây, cách ly, và nối đất theo bảng 2.20 (bảng B.4 trong TCVN 9888-2:2013).

- Ví dụ:

- + P_{SPD} : 0,02 (Giả sử sử dụng SPD lớp II)
- + P_{LI} : 0,3 (Giả sử đường dây là đường dây điện áp thấp)
- + C_{LI} : 0,5 (Giả sử đường dây không được che chắn, không nối đất, không có cách ly)
- + P_Z : $P_Z = 0,02 \times 0,3 \times 0,5 = 3 \times 10^{-3}$

2.6. Tính toán L_x – giá trị tổn thất

Tính toán giá trị tổn thất (L_A , L_B , L_C , L_M , L_U , L_V , L_W , L_Z) dựa trên các công thức và bảng dữ liệu trong phụ lục C của TCVN 9888-2: 2013. Bảng 2.26 cung cấp các công thức và bảng dữ liệu để xác định mức độ tổn thất (L_x) do sét gây ra cho mỗi kiểu thiệt hại (D1 - thương tích, D2 - thiệt hại vật chất, D3 - lỗi hệ thống điện) và từng loại tổn thất (L_1 , L_2 , L_3 , L_4).

Bảng 2.26. Bảng tổng hợp công thức tính L_x

Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
Tổn thất L_x			Lưu ý cần tính cho từng vùng Z_s	
Tổn thất về con người L1				
$L_A = L_U$	Tổn thương về người do điện giật		$L_A = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.1, Công thức C.2
$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.3
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Hồng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.4
Tổn thất dịch vụ công cộng L2				
$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	Công thức C.7
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Hồng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	Công thức C.8
Tổn thất di sản văn hóa không thể thay thế (L3)				
$L_B = L_V$			$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times C_z/C_t$	Công thức C.9
Tổn thất về kinh tế (L4)				
$L_A = L_U$	Tổn thương về động vật nuôi		$L_A = r_t \times L_t \times C_a/C_t$	Công thức C.10
$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_t \times L_F \times (C_a + C_b + C_c + C_s)/C_t$	Công thức C.12
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Hồng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times C_s/C_t$	Công thức C.13

Các bảng phục vụ tính toán trong phụ lục C của TCVN 9888-2: 2013 được trình bày và diễn giải chi tiết dưới đây.

Bảng 2.27. Bảng C.1 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất L1

Loại thiệt hại	Tổn thất điển hình	Công thức Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
D1 (Thương tích do sốc điện)	$L_A = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.1)
D1 (Thương tích do sốc điện)	$L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.2)
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.3)
D3 (Lỗi hệ thống điện)	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$	(C.4)

Bảng 2.28. Bảng C.2 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất L1. Giá trị tổn thất trung bình (L_T , L_F , L_O)

Loại thiệt hại	Giá trị tổn thất điển hình	Loại công trình
D1 (Thương tích)	$L_T = 10^{-2}$	Tất cả các loại công trình

D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_F = 10^{-1}$	Rủi ro cháy nổ
	$L_F = 10^{-1}$	Bệnh viện, khách sạn, trường học, tòa nhà công cộng
	$L_F = 5 \times 10^{-2}$	Vui chơi giải trí công cộng, nhà thờ, bảo tàng
	$L_F = 2 \times 10^{-2}$	Công nghiệp, thương mại
	$L_F = 10^{-2}$	Các loại công trình khác
D3 (Lỗi hệ thống điện)	$L_O = 10^{-1}$	Rủi ro cháy nổ
	$L_O = 10^{-2}$	Khoa hồi sức tích cực và phòng phẫu thuật của bệnh viện
	$L_O = 10^{-3}$	Các khu vực khác của bệnh viện

Bảng 2.29. Bảng C.3 trong TCVN 9888-2: 2013: Hệ số giảm thiểu tổn thất do loại sàn và đất(r_t)

Loại bề mặt	Trở kháng tiếp xúc ($k\Omega$)	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}

Bảng 2.30. Bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013: Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy (r_p)

Biện pháp	r_p
Không có biện pháp	1
Một trong các biện pháp sau: bình cứu hỏa, thiết bị chữa cháy bằng tay, báo động bằng tay, vòi nước, ngăn cháy, lối thoát hiểm	0,5
Một trong các biện pháp sau: thiết bị chữa cháy tự động, báo động tự động	0,2

Bảng 2.31. Bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013: Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy nổ(r_f)

Mức độ rủi ro	r_f
Rủi ro cháy nổ (Khu vực 0, 20, và chất nổ rắn)	1
Rủi ro cháy nổ (Khu vực 1, 21)	10^{-1}
Rủi ro cháy nổ (Khu vực 2, 22)	10^{-3}
Rủi ro cháy cao	10^{-1}
Rủi ro cháy bình thường	10^{-2}
Rủi ro cháy thấp	10^{-3}

Mức độ rủi ro	r_f
Không có nguy cơ cháy hoặc nổ	0

Bảng 2.32. Bảng C.6 trong TCVN 9888-2: 2013: Hệ số tăng tổn thất do nguy cơ đặc biệt (h_z)

Loại nguy cơ đặc biệt	h_z
Không có nguy cơ đặc biệt	1
Mức độ hoảng loạn thấp (ví dụ: tòa nhà hạn chế hai tầng, số người không lớn hơn 100)	2
Mức độ hoảng loạn trung bình (ví dụ: tòa nhà được thiết kế cho các sự kiện văn hóa hoặc thể thao với số người tham gia từ 100 đến 1000)	5
Khó khăn trong việc sơ tán (ví dụ: tòa nhà với người khuyết tật, bệnh viện)	5
Mức độ hoảng loạn cao (ví dụ: tòa nhà được thiết kế cho các sự kiện văn hóa hoặc thể thao với số người tham gia lớn hơn 1000)	10

Bảng 2.33. Bảng C.7 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất làm gián đoạn dịch vụ công cộng (L_2)

Loại thiệt hại	Tổn thất điển hình	Công thức theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	(C.7)
D3 (Lỗi hệ thống điện)	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	(C.8)

Bảng 2.34. Bảng C.8 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất dạng L_2 : Giá trị tổn thất trung bình (L_F , L_O)

Loại thiệt hại	Giá trị tổn thất điển hình	Loại dịch vụ
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_F = 10^{-1}$	Cung cấp gas, nước, điện
	$L_F = 10^{-2}$	Dịch vụ truyền hình, đường dây viễn thông
D3 (Lỗi hệ thống bên trong)	$L_O = 10^{-2}$	Cung cấp gas, nước, điện
	$L_O = 10^{-3}$	Dịch vụ truyền hình, đường dây viễn thông

Bảng 2.35. Bảng C.9 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất về di sản văn hóa (L_3): cho từng vùng Z_s

Loại thiệt hại	Tổn thất điển hình	Công thức
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times C_z/C_t$	(C.9)

Bảng 2.36. Bảng C.10 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất về di sản văn hóa (L3): Giá trị tổn thất trung bình (L_F)

Loại thiệt hại	Giá trị tổn thất điển hình	Loại công trình hoặc vùng
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_F = 10^{-1}$	Bảo tàng, phòng trưng bày

Bảng 2.37. Bảng C.11 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất về giá trị kinh tế (L4)

Loại thiệt hại	Tổn thất điển hình	Công thức
D1 (Thương tích do sốc điện)	$L_A = r_t \times L_T \times C_a / C_t$	(C.10)
D1 (Thương tích do sốc điện)	$L_U = r_t \times L_T \times C_a / C_t$	(C.11)
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (C_a + C_b + C_c + C_s) / C_t$	(C.12)
D3 (Lỗi hệ thống điện)	$L_C = L_O \times C_s / C_t$	(C.13)

Bảng 2.38. Bảng C.12 trong TCVN 9888-2: 2013: Tổn thất về giá trị kinh tế L4 -Giá trị tổn thất trung bình (L_T , L_F , L_O)

Loại thiệt hại	Giá trị tổn thất điển hình	Loại công trình
D1 (Thương tích do sốc điện)	$L_T = 10^{-2}$	Tất cả các loại công trình mà ở đó chỉ có động vật
D2 (Thiệt hại vật chất)	$L_F = 1$	Rủi ro nổ
	$L_F = 0,5$	Bệnh viện, công nghiệp, bảo tàng, nông nghiệp
	$L_F = 0,2$	Khách sạn, trường học, văn phòng, nhà thờ, vui chơi giải trí công cộng, thương mại
	$L_F = 10^{-1}$	Các loại công trình khác
D3 (Lỗi hệ thống điện, viễn thông)	$L_O = 10^{-1}$	Rủi ro nổ
	$L_O = 10^{-2}$	Bệnh viện, công nghiệp, văn phòng, khách sạn, thương mại
	$L_O = 10^{-3}$	Bảo tàng, nông nghiệp, trường học, nhà thờ, vui chơi giải trí công cộng
	$L_O = 10^{-4}$	Các loại công trình khác

2.6.1.Hướng dẫn chi tiết cách tính L1 (tổn thất về người):

Công thức:

- $L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$
- $L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

- $L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$
- $L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760$

Giải thích các yếu tố:

- r_t : Hệ số giảm thiểu tổn thất do loại sàn theo bảng 2.29 (bảng C.3 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_T : Giá trị tổn thất trung bình do sét gây sốc điện theo bảng 2.28 (bảng C.2 trong TCVN 9888-2: 2013).
- n_z : Số người trong vùng Z_s .
- n_t : Tổng số người trong công trình.
- t_z : Thời gian người ở trong vùng Z_s (giờ/năm).
- r_p : Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy theo bảng 2.30 (bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013).
- r_f : Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy theo bảng 2.31 (bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013).
- h_z : Hệ số tăng tổn thất do nguy cơ đặc biệt theo bảng 2.32 (bảng C.6 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_F : Giá trị tổn thất trung bình do cháy nổ, phụ thuộc vào loại công trình và nội dung theo bảng 2.28 (bảng C.2 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_O : Giá trị tổn thất trung bình do lỗi hệ thống điện, phụ thuộc vào loại công trình và hệ thống điện theo bảng 2.28 (bảng C.2 trong TCVN 9888-2: 2013).

Ví dụ minh họa:

- Giả sử đánh giá rủi ro cho vùng Z2 (khối phòng bệnh) của một bệnh viện:

- + Số người trong vùng (n_z): 950 người
- + Tổng số người trong công trình (n_t): 1000 người
- + Thời gian người ở trong vùng (t_z): 8760 giờ/năm
- + Loại đất/sàn: Linoleum ($r_t = 10^{-5}$)
- + Rủi ro cháy: Bình thường ($r_f = 10^{-2}$)
- + Hiệu quả biện pháp phòng cháy: Không có ($r_p = 1$)
- + Nguy cơ đặc biệt: Khó khăn trong việc sơ tán ($h_z = 5$)
- + Giá trị tổn thất trung bình do thiệt hại vật chất (L_F): 0,02 (bảng C.2)
- Tính toán tổn thất:

1. Tổn thất thương tích do sét đánh trực tiếp hoặc vào đường dây gây điện áp chạm:

$$L_A = L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 10^{-5} \times 10^{-2} \times 950/1000 \times 8760/8760 = 9,5 \times 10^{-7}$$

2. Tổn thất thương tích do sét đánh trực tiếp hoặc vào đường dây gây thiệt hại vật chất:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 1 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-1} \times 950/1000 \times 8760/8760 = 4,75 \times 10^{-3}$$

3. Tổn thất thương tích do sét đánh trực tiếp, đánh gần và đánh vào đường dây, gần đường dây gây lỗi hệ thống điện, viễn thông:

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 10^{-3} \times 950/1000 \times 8760/8760 = 9,5 \times 10^{-4}$$

Ghi chú: trong trường hợp bệnh viện, lỗi hệ thống điện có thể gây rủi ro đến tính mạng con người (chẳng hạn dùng điện khi tiến hành phẫu thuật)

Khi có cả thiệt hại bên ngoài công trình:

Tổn thất tổng (L_{FT}): $L_{FT} = L_F + L_E$ (công thức C.5 trong TCVN 9888-2: 2013)

Công thức này được sử dụng khi sét đánh vào công trình gây thiệt hại cả bên trong (L_F) và bên ngoài (L_E). L_E là tổn thất về người do kiểu thiệt hại vật chất bên ngoài công trình, có thể là thiệt hại cho các công trình xung quanh hoặc môi trường được tính như sau:

$$L_E = L_{FE} \times t_e/8760 \text{ (công thức C.6 trong TCVN 9888-2: 2013)}$$

Trong đó L_{FE} là tổn thất về người và t_e là thời gian người ở trong vùng nguy hiểm bên ngoài công trình (nếu L_{FE} và t_e không biết thì coi $L_E=1$).

Ví dụ: Giả sử sét đánh vào một nhà máy hóa chất, gây cháy nổ bên trong và làm ô nhiễm môi trường xung quanh. L_F là tổn thất về người do cháy nổ trong nhà máy, L_E là tổn thất về người do ô nhiễm môi trường.

Giả sử, nhà máy hóa chất có một khu vực nguy hiểm bên ngoài với lượng tổn thất tương đối về người là 10^{-1} (có 10 người thì một người bị thương vong), người dân có thể ở trong khu vực đó trong 1000 giờ/năm.

- $L_{FE} = 10^{-1}$
- $t_e = 1000$ giờ/năm
- $L_E = 10^{-1} \times 1000/8760 \approx 0,0114$

2.6.2. Tổn thất do gián đoạn dịch vụ công cộng (L_2):

Công thức sử dụng:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t \text{ (công thức C.7 trong TCVN 9888-2: 2013)}$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t \text{ (công thức C.8 trong TCVN 9888-2: 2013)}$$

Giải thích:

- r_p : Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy theo bảng 2.30 (bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013).
- r_f : Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy theo bảng 2.31 (bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_F : Giá trị tổn thất trung bình do cháy nổ, phụ thuộc vào loại dịch vụ theo bảng 2.34 (bảng C.8 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_O : Giá trị tổn thất trung bình do lỗi hệ thống điện, phụ thuộc vào loại dịch vụ theo bảng 2.34 (bảng C.8 trong TCVN 9888-2: 2013).
- n_z : Số người sử dụng dịch vụ trong vùng Z_s .
- n_t : Tổng số người sử dụng dịch vụ của toàn bộ công trình.

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Ví dụ:

Giả sử, vùng Z2 (khối phòng bệnh) của bệnh viện được cung cấp nước và điện, với:

- $r_p = 1$ (Không có biện pháp phòng cháy).
- $r_f = 10^{-2}$ (Rủi ro cháy bình thường).
- $L_F = 10^{-1}$ (Tổn thất trung bình do gián đoạn cung cấp nước, điện).
- $L_O = 10^{-2}$ (Tổn thất trung bình do lỗi hệ thống điện).
- $n_z = 950$ (Số người trong vùng Z2).
- $n_t = 1000$ (Tổng số người trong bệnh viện).

Ta có

- $L_B = L_V = 1 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \times 950/1000 = 9,5 \times 10^{-4}$
- $L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t = 10^{-2} \times 950/1000 = 9,5 \times 10^{-3}$

2.6.3. *Tổn thất về di sản văn hóa (L3):*

Công thức:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times c_z/c_t \text{ (C.9)}$$

Giải thích:

- r_p : Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy theo bảng 2.30 (bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013).
- r_f : Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy theo bảng 2.31 (bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_F : Giá trị tổn thất trung bình do cháy nổ, phụ thuộc vào loại tài sản theo bảng 2.36 (bảng C.10 trong TCVN 9888-2: 2013).
- c_z : Giá trị di sản văn hóa trong vùng Z_s .
- c_t : Tổng giá trị công trình (bao gồm cả động vật, công trình, nội dung, hệ thống điện).

Ví dụ:

Giả sử, vùng Z2 (phòng trưng bày chính) của bảo tàng có giá trị di sản văn hóa cao:

- $r_p = 1$ (Không có biện pháp phòng cháy)
- $r_f = 10^{-1}$ (Rủi ro cháy cao)
- $L_F = 10^{-1}$ (Tổn thất trung bình do cháy nổ)
- $c_z = 10$ tỷ đồng
- $c_t = 50$ tỷ đồng

Ta có: $L_B = L_V = 1 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10/50 = 2 \times 10^{-4}$

2.6.4. *Tổn thất về giá trị kinh tế (L4):*

Công thức:

- L_A (Thương tích động vật do sốc điện): $L_A = r_t \times L_T \times c_a / c_t$ (công thức C.10 trong TCVN 9888-2: 2013)
- L_U (Thương tích động vật do sốc điện): $L_U = r_t \times L_T \times c_a / c_t$ (công thức C.11 trong TCVN 9888-2: 2013)
- L_B (Thiệt hại vật chất): $L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$ (công thức C.12 trong TCVN 9888-2: 2013)
- L_C, L_M, L_W, L_Z (Lỗi hệ thống điện): $L_C = L_O \times c_s / c_t$ (công thức C.13 trong TCVN 9888-2: 2013)

Giải thích:

- r_t : Hệ số giảm thiểu tổn thất do loại sàn theo bảng 2.29 (Bảng C.3 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_T : Giá trị tổn thất trung bình động vật do sốc điện theo bảng 2.38 (Bảng C.12 trong TCVN 9888-2: 2013).
- r_p : Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy theo bảng 2.30 (Bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013).
- r_f : Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy theo bảng 2.31 (Bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_F : Giá trị tổn thất trung bình do cháy nổ, phụ thuộc vào loại tài sản theo bảng 2.38 (Bảng C.12 trong TCVN 9888-2: 2013).
- L_O : Giá trị tổn thất trung bình do lỗi hệ thống điện, phụ thuộc vào loại công trình và hệ thống điện theo bảng 2.38 (Bảng C.12 trong TCVN 9888-2: 2013).
- c_a : Giá trị động vật trong vùng Z_S .
- c_b : Giá trị công trình trong vùng Z_S .
- c_c : Giá trị nội dung trong vùng Z_S .
- c_s : Giá trị hệ thống điện và hoạt động của nó trong vùng Z_S .
- c_t : Tổng giá trị công trình (bao gồm cả động vật, công trình, nội dung, hệ thống điện).

Ví dụ:

Giả sử, vùng Z2 (trung tâm máy tính) của một công sở, với:

- $r_t = 10^{-5}$ (Linoleum).
- $L_T = 10^{-2}$ (Thương tích do sốc điện).
- $c_a = 0$ (Không có động vật).
- $c_b = 70$ tỷ VNĐ.
- $c_c = 6$ tỷ VNĐ.
- $c_s = 3,5$ tỷ VNĐ.
- $c_t = 79,5$ tỷ VNĐ.
- $r_p = 1$ (Không có biện pháp phòng cháy).
- $r_f = 10^{-2}$ (Rủi ro cháy bình thường).
- $L_F = 0,5$ (Thiệt hại vật chất do cháy nổ).

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

- $L_O = 10^{-2}$ (Lỗi hệ thống điện).

Ta có:

- $L_A = r_t \times L_T \times c_a/c_t = 10^{-5} \times 10^{-2} \times 0/79,5 = 0$
- $L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t = 1 \times 10^{-2} \times 0,5 \times (0 + 70 + 6 + 3,5) / 79,5 = 4,42 \times 10^{-3}$
- $L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_s / c_t = 10^{-2} \times 3,5 / 79,5 = 4,4 \times 10^{-4}$

Trong trường hợp có gây thiệt hại bên ngoài:

Công thức: C.14 trong TCVN 9888-2: 2013 dùng để tính tổn thất tổng (L_{FT}): $L_{FT} = L_F + L_E$

Giải thích: Giống như công thức C.5 trong TCVN 9888-2: 2013, công thức này được sử dụng khi sét đánh vào công trình gây thiệt hại cả bên trong (L_F) và bên ngoài (L_E). L_E là tổn thất L4 do thiệt hại vật chất bên ngoài công trình, có thể là thiệt hại cho các công trình xung quanh hoặc môi trường.

Ví dụ:

Giả sử sét đánh vào một nhà máy sản xuất, gây cháy nổ bên trong và làm hư hại các thiết bị trong một khu vực gần đó. L_F là tổn thất do cháy nổ trong nhà máy, L_E là tổn thất do hư hại thiết bị ở khu vực gần đó.

Công thức: C.15 trong TCVN 9888-2: 2013 tính tổn thất L4 do thiệt hại vật chất bên ngoài công trình (L_{FE}): $L_E = L_{FE} \times c_e/c_t$

Giải thích: Công thức này được sử dụng để tính tổn thất L_E , dựa trên tổn thất do thiệt hại vật chất bên ngoài công trình (L_{FE}) và tỷ lệ giá trị tài sản bên ngoài (c_e) so với tổng giá trị tài sản (c_t) của công trình. Nếu L_{FE} không biết thì coi là $L_{FE} = 1$.

Ví dụ:

Giả sử, nhà máy sản xuất có một khu vực nguy hiểm bên ngoài, có L_{FE} không biết và chứa các thiết bị với giá trị là 50 tỷ VNĐ, và tổng giá trị của nhà máy (bao gồm công trình, nội dung, hệ thống điện) là 100 tỷ VNĐ.

- $L_{FE} = 1$
- $c_e = 50$ tỷ VNĐ
- $c_t = 100$ tỷ VNĐ
- $L_E = 1 \times 50 / 100 = 0,5$

2.7. Tính toán RX - Thành phần rủi ro:

Tính toán các thành phần rủi ro ($R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z$) cho mỗi vùng Z_S bằng cách nhân các giá trị N_X, P_X , và L_X tương ứng ($R_X = N_X \times P_X \times L_X$).

Bảng 2.39. Tổng hợp tính Rx cho từng vùng Zs

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
4	Rủi ro sét R_X			Lưu ý cần tính cho từng	

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
				vùng Z_s	
		Rủi ro sét đánh trực tiếp vào công trình			
	R _A			$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	Công thức 6
	R _B			$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	Công thức 7
	R _C			$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	Công thức 8
		Rủi ro sét đánh gần công trình			
	R _M			$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	Công thức 9
		Rủi ro do sét đánh vào đường dây đi vào công trình			
	R _U			$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	Công thức 10
	R _V			$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	Công thức 11
	R _W			$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	Công thức 12
		Rủi ro sét đánh gần đường dây đi vào công trình			
	R _Z			$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$	Công thức 13

Ghi chú:

- Đối với từng 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. Trong trường hợp có thể áp dụng nhiều giá trị thì chọn giá trị cao nhất.
- 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.

2.8. Xác định R_T - Rủi ro chấp nhận được

Để quản lý rủi ro, trong tiêu chuẩn quy định cụ thể mức rủi ro cho phép R_T. Sử dụng bảng 4 trong TCVN 9888-2: 2013 như dưới đây.

Bảng 2.40. Bảng 4 trong TCVN 9888:2013-2- 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

Riêng đối với rủi ro thiệt hại kinh tế R_{4T} có thể do chủ công trình quyết định. Xác định mức rủi ro tối đa mà chủ sở hữu công trình có thể chấp nhận (R_T). Thường quyết định này được tham khảo ý kiến với nhà thiết kế dựa trên việc so sánh về chi phí/lợi ích trong Phụ lục D, TCVN 9888-2:2013. Nếu không sẵn có

dữ liệu này, có thể sử dụng giá trị $R_{4T} = 10^{-3}$.

2.9. Tính tổng rủi ro R và so sánh với R_T :

Tính tổng rủi ro (R) cho mỗi loại tổn thất bằng cách cộng các thành phần rủi ro (R_X) của mỗi vùng Zs.

Bảng 2.41. Tính tổng rủi ro

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
5	Tổng rủi ro			Nếu có nhiều vùng Zs thì các giá trị dưới sẽ là tổng của các vùng này	
	R_1	Rủi ro của tổn thất về cuộc sống con người		$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1^{(1)}} + R_{M1^{(1)}} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1^{(1)}} + R_{Z1^{(1)}}$ ¹⁾ Chỉ với các công trình 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.	Công thức 1
	R_2	Rủi ro của tổn thất về dịch vụ công cộng		$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$	Công thức 2
	R_3	Rủi ro của tổn thất về di sản văn hóa		$R_3 = R_{B3} + R_{V3}$	Công thức 3
	R_4	Rủi ro của tổn thất về giá trị kinh tế		$R_4 = R_{A4^{(2)}} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4^{(2)}} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$ ²⁾ Chỉ với các thuộc tính mà động vật có thể bị tổn thất	Công thức 4

So sánh R với giá trị R_T tương ứng. Nếu giá trị R tính được chưa nhỏ hơn thì phải áp dụng các biện pháp bảo vệ chống sét hiệu quả hơn và tính tổng rủi ro lại.

2.10. Quyết định về nhu cầu bảo vệ:

Nếu rủi ro tính được nhỏ hơn hoặc bằng rủi ro chấp nhận được ($R \leq R_T$), công trình được bảo vệ đủ.

Nếu $R > R_T$: Cần áp dụng biện pháp bảo vệ chống sét để giảm rủi ro (R) xuống mức chấp nhận được (R_T)

2.11. Lựa chọn biện pháp bảo vệ (khi $R > R_T$):

Nếu rủi ro tính được lớn hơn rủi ro chấp nhận được (R_T), cần lựa chọn biện pháp bảo vệ chống sét phù hợp. Lựa chọn biện pháp bảo vệ chống sét như sau:

2.11.1. Nâng cấp mức bảo vệ hệ thống chống sét LPS:

- Biện pháp: Nâng cấp LPS lên mức bảo vệ cao hơn (từ chưa có lên mức bảo vệ IV, III, II hoặc I)

- Tác động: Giảm giá trị P_B (Xác suất sét gây thiệt hại vật chất) trong 2.18 (bảng B.2 trong TCVN 9888-2: 2013)
- Ví dụ:
 - + Giảm sử dụng, công trình được bảo vệ bởi LPS cấp III ($P_B = 0,1$). Nâng cấp lên LPS cấp II ($P_B = 0,05$) sẽ giúp giảm xác suất thiệt hại vật chất xuống còn một nửa.
 - + Tương tự, nâng cấp lên lớp I ($P_B = 0,02$) sẽ giúp giảm xác suất thiệt hại vật chất xuống còn một phần năm.

2.11.2. Sử dụng SPD phù hợp:

- Biện pháp: Sử dụng SPD (Surge Protective Device - Thiết bị bảo vệ chống sét) có lớp bảo vệ cao hơn, chẳng hạn như SPD lớp I ($P_{SPD} = 0,01$) thay vì SPD lớp II ($P_{SPD} = 0,02$).
- Tác động: Giảm giá trị P_{SPD} (Xác suất sét gây lỗi hệ thống điện dựa trên SPD) trong bảng B.3.
- Ví dụ: Sử dụng SPD lớp I giúp giảm xác suất thiệt hại do sét gây lỗi hệ thống điện xuống còn một phần hai so với sử dụng SPD lớp II.

2.11.3. Tăng cường khả năng che chắn từ:

- Biện pháp: Lắp đặt màn chắn từ (magnetic shield) xung quanh công trình hoặc các khu vực nhạy cảm, hoặc sử dụng cáp che chắn (shielded cable) và đặt đường dây trong ống dẫn kim loại.
- Tác động: Giảm giá trị của các yếu tố K_{S1} , K_{S2} , K_{S3} , K_{S4} trong công thức P_{MS} (công thức B.4, B.5, B.6 trong TCVN 9888-2: 2013), bảng B.5 trong TCVN 9888-2: 2013.
- Ví dụ:
 - + Sử dụng màn chắn từ hiệu quả có thể giảm K_{S1} và K_{S2} xuống 10^{-4} .
 - + Định tuyến đường dây cẩn thận có thể giảm K_{S3} xuống 0,01.

Ghi chú: Tăng cường điện áp chịu đựng của thiết bị (U_w) có thể giảm K_{S4} .

2.11.4. Nâng cấp liên kết đẳng thế (EB):

- Biện pháp: Sử dụng SPD cho liên kết đẳng thế (EB) có lớp bảo vệ cao hơn.
- Tác động: Giảm giá trị P_{EB} (Xác suất sét gây thiệt hại do sét đánh vào đường dây dựa trên liên kết đẳng thế) trong bảng 2.23 (bảng B.7 trong TCVN 9888-2: 2013).

2.11.5. Bảo vệ đường dây:

- Biện pháp: Sử dụng đường dây được che chắn (shielded cable), nối đất cho màn chắn, và tăng cường điện áp chịu đựng của thiết bị.
- Tác động: Giảm giá trị P_{LD} (Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện, viễn thông do sét đánh vào đường dây) trong bảng 2.24 (bảng B.8 trong TCVN 9888-2: 2013), và P_{LI} (Xác suất sét gây thiệt hại cho hệ thống điện, viễn thông do sét đánh gần đường dây) trong bảng 2.25 (bảng B.9 trong TCVN 9888-2: 2013).

2.11.6. Cải thiện khả năng cách điện của sàn:

- Biện pháp: Sử dụng sàn gỗ thay sàn bê tông, gạch men, hoặc các vật liệu dẫn điện tốt hơn để chống giật.
- Tác động: Giảm giá trị r_t (Hệ số giảm thiểu tổn thất do loại sàn) trong bảng 2.29 (bảng C.3 trong TCVN 9888-2: 2013).
- Ví dụ: Sử dụng sàn gỗ thay sàn bê tông giúp giảm giá trị r_t từ 10^{-5} xuống 10^{-2} .

2.11.7. Nâng cấp hệ thống phòng cháy chữa cháy:

- Biện pháp: Lắp đặt hệ thống chữa cháy tự động, hệ thống báo động tự động, cung cấp bình chữa cháy, lối thoát hiểm, v.v.
- Tác động: Giảm giá trị r_p (Hệ số giảm thiểu tổn thất do biện pháp phòng cháy) trong bảng 2.30 (bảng C.4 trong TCVN 9888-2: 2013).
- Ví dụ: Lắp đặt hệ thống chữa cháy tự động có thể giảm r_p từ 1 xuống 0,2.

2.11.8. Hạn chế rủi ro cháy nổ:

- Biện pháp: Sử dụng vật liệu chống cháy cho công trình và tài sản bên trong, thiết kế các vùng ngăn cháy, và hạn chế việc lưu trữ các vật liệu dễ cháy.
- Tác động: Giảm giá trị r_f (Hệ số giảm thiểu tổn thất do mức độ rủi ro cháy) trong bảng 2.31 (bảng C.5 trong TCVN 9888-2: 2013).
- Ví dụ: Sử dụng vật liệu chống cháy có thể giảm r_f từ 10^{-1} xuống 10^{-3} .

2.11.9. Giảm thiểu nguy cơ đặc biệt:

- Biện pháp: Cải thiện hệ thống thoát hiểm, tăng cường đào tạo cho nhân viên về phòng cháy chữa cháy và sơ tán, sử dụng các thiết bị hỗ trợ người khuyết tật, v.v.
- Tác động: Giảm giá trị h_z (Hệ số tăng tổn thất do nguy cơ đặc biệt) trong bảng 2.32 (bảng C.6 trong TCVN 9888-2: 2013).
- Ví dụ: Cải thiện lối thoát hiểm cho bệnh viện có thể giảm h_z từ 5 xuống 2.

2.12.Đánh giá hiệu quả kinh tế:

Trên hình 2.2 của Hướng dẫn này (Hình 2 trong TCVN 9888-2:2013) minh họa quy trình đánh giá hiệu quả về chi phí của các biện pháp bảo vệ chống sét cho một công trình (cách tính xem phụ lục D trong TCVN 9888-2:2013).

Các công thức tính chi phí tổn thất (C_L), chi phí bảo vệ (C_{PM}), và lợi ích kinh tế (S_M) trong bảng 2.42. Trên cơ sở tính toán đưa ra quyết định về việc có nên áp dụng biện pháp bảo vệ hay không. Lưu ý có thể có nhiều biện pháp bảo vệ được đưa ra đều có hiệu quả kinh tế. Thông báo cho chủ sở hữu để xem xét các lựa chọn.

Áp dụng biện pháp bảo vệ: Nếu biện pháp bảo vệ hiệu quả về kinh tế, tiến hành lắp đặt và kiểm tra hệ thống bảo vệ chống sét.

Bảng 2.42. Đánh giá hiệu quả kinh tế giải pháp chống sét

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
7	Đánh giá hiệu quả về chi phí thực hiện chống sét				
	C_L	Chi phí hàng năm của tổng tổn thất trong trường hợp không có các biện pháp bảo vệ		$C_L = R_4 \times c_t$, với R_4 khi chưa có bảo vệ	Công thức D.2
	C_{RL}	Tổng chi phí C_{RL} hàng năm của tổn thất khi đã có biện pháp bảo vệ được chọn		$C_{RL} = R_4 \times c_t$ với R_4 khi có bảo vệ	Công thức D.4
	C_{PM}	Chi phí C_{PM} hàng năm của biện pháp bảo vệ được chọn		$C_{PM} = C_P \times (i + a + m)$, trong đó C_P là chi phí của các biện pháp bảo vệ, i là lãi suất, a là tốc độ hao mòn, và m là tỷ số bảo trì	Công thức D.5
	S_M	Tiền tiết kiệm hàng năm. Việc bảo vệ được hợp lý nếu thành tiền tiết kiệm hàng năm $S_M > 0$		$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL})$	Công thức D.6

Quy trình bao gồm các bước sau:

2.12.1. Xác định giá trị của công trình và hoạt động của nó:

Bước này giúp xác định tổng giá trị tài sản cần bảo vệ, bao gồm cả giá trị của công trình, nội dung, và hoạt động của nó.

Ví dụ: Đối với một bệnh viện, ta cần xác định giá trị của tòa nhà, các thiết bị y tế, nội thất, và các hoạt động y tế được thực hiện trong bệnh viện.

2.12.2. Tính toán các thành phần rủi ro (R_x) liên quan đến tổn thất về giá trị kinh tế (L_4):

Bước này yêu cầu tính toán các thành phần rủi ro ($R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z$) cho từng vùng Z_S của công trình. Các thành phần rủi ro này phản ánh khả năng xảy ra tổn thất về giá trị kinh tế do sét đánh trong từng vùng.

Ví dụ: Để tính toán R_4 cho bệnh viện, ta cần tính toán $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z$ cho từng vùng Z_S (bên ngoài, khối phòng bệnh, khối phẫu thuật, khoa hồi sức).

2.12.3. Tính toán chi phí cho tổn thất (C_L) hàng năm:

C_L là chi phí tổn thất về giá trị kinh tế hàng năm nếu công trình không được bảo vệ chống sét được tính theo công thức: $C_L = R_4 \times c_t$ (theo công thức D.2 trong TCVN 9888-2:2013)

R_4 : Tổng rủi ro liên quan đến tổn thất về giá trị kinh tế (tính toán dựa trên các thành phần rủi ro).

c_t : Tổng giá trị tài sản của công trình (xác định ở bước 1).

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Ví dụ: Giả sử, $R_4 = 0,0331$ và $c_t = 900$ tỷ VNĐ, thì $C_{RL} = 0,0331 \times 900$ tỷ VNĐ = 29,79 tỷ VNĐ.

2.12.4. Tính toán chi phí cho tổn thất còn lại (C_{RL}) hàng năm:

C_{RL} là chi phí tổn thất về giá trị kinh tế hàng năm nếu công trình được bảo vệ chống sét: $C_{RL} = R'_4 \times c_t$ (theo công thức D.4 trong TCVN 9888-2:2013)

R'_4 : Tổng rủi ro liên quan đến tổn thất về giá trị kinh tế sau khi áp dụng biện pháp bảo vệ (tính toán lại các thành phần rủi ro).

c_t : Tổng giá trị tài sản của công trình (xác định ở bước 1).

Ví dụ: Giả sử, sau khi áp dụng biện pháp bảo vệ, $R'_4 = 0,01$ và $c_t = 900$ tỷ VNĐ, thì $C_{RL} = 0,01 \times 900$ tỷ VNĐ = 9 tỷ VNĐ.

2.12.5. Tính toán chi phí (C_P) của biện pháp bảo vệ:

C_P là chi phí ban đầu để lắp đặt hệ thống bảo vệ chống sét.

Ví dụ: Chi phí lắp đặt LPS, SPD, màn chắn từ, v.v.

2.12.6. Tính toán chi phí bảo vệ hàng năm (C_{PM}):

C_{PM} là chi phí bảo trì, sửa chữa, thay thế, và bảo hiểm cho hệ thống bảo vệ chống sét.

Công thức: $C_{PM} = C_P \times (i + a + m)$ (công thức D.5 trong TCVN 9888-2:2013)

- C_P : Chi phí ban đầu (xác định ở bước 5).
- i : Lãi suất.
- a : Tỷ lệ khấu hao.
- m : Tỷ lệ chi phí bảo trì.

Ví dụ: Giả sử, $C_P = 1$ tỷ VNĐ, $i = 4\%$, $a = 5\%$, $m = 1\%$, thì $C_{PM} = 1$ tỷ VNĐ $\times (0,04 + 0,05 + 0,01) = 0,1$ tỷ VNĐ.

2.12.7. So sánh chi phí:

So sánh chi phí cho tổn thất C_L nếu không có bảo vệ với tổng chi phí C_{RL} (tổn thất còn lại) + C_{PM} (chi phí bảo vệ hàng năm) nếu có bảo vệ.

Công thức:

- Nếu $C_L < C_{RL} + C_{PM}$: Việc đầu tư bảo vệ chống sét có thể không hiệu quả về kinh tế.
- Nếu $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$: Việc đầu tư bảo vệ chống sét có thể tiết kiệm chi phí trong thời gian dài.

2.12.8. Tính toán lợi ích kinh tế (S_M) hàng năm:

S_M là số tiền tiết kiệm được hàng năm do việc đầu tư vào bảo vệ chống sét.

Công thức: $S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL})$ (công thức D.6 trong TCVN 9888-2:2013)

2.12.9. Ví dụ minh họa:

Sử dụng ví dụ bệnh viện ở trên, giả sử:

- $C_L = 29,79$ tỷ VNĐ (tính toán ở trên)
- $C_{RL} = 9$ tỷ VNĐ (tính toán ở trên)
- $C_{PM} = 0,1$ tỷ VNĐ (tính toán ở trên)

Lợi ích kinh tế: $S_M = 29,79$ tỷ VNĐ - $(0,1 \text{ tỷ VNĐ} + 9 \text{ tỷ VNĐ}) = 20,69$ tỷ VNĐ.

Trong ví dụ này, việc đầu tư vào bảo vệ chống sét cho bệnh viện là rất hiệu quả về kinh tế, mang lại lợi ích hàng năm là 20,69 tỷ VNĐ.

2.12.10. So sánh hiệu quả kinh tế:

Theo yêu cầu của chủ đầu tư có thể tiến hành thử thiết kế các giải pháp bảo vệ chống sét khác nhau. Mỗi giải pháp bảo vệ chống sét sẽ có hiệu quả kinh tế khác nhau. Quyền quyết định giải pháp nào sẽ do chủ đầu tư quyết định.

2.3. Tổng kết phân tích toán rủi ro

Điều chỉnh rủi ro là việc lựa chọn biện pháp bảo vệ hợp lý dựa theo phần đóng góp của từng thành phần rủi ro trong tổng rủi ro và theo chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của mỗi biện pháp bảo vệ có thể áp dụng. Phương án lựa chọn thu được cuối cùng phải đảm bảo R_1 , R_2 và R_3 thấp hơn hoặc bằng ngưỡng cho phép R_T . Riêng giá trị R_4 (thiệt hại kinh tế) phải đạt theo yêu cầu của chủ đầu tư công trình.

Trong bảng 2.43 tổng kết các bảng biểu, công thức tính toán rủi ro để tiện sử dụng. Cần thực hiện các bước tính toán theo hướng dẫn như trong bảng cho tới khi đạt được giá trị bằng hoặc thấp hơn giá trị rủi ro cho phép. Kết quả chính của quá trình quản lý rủi ro bao gồm:

- Lựa chọn được mức LPS phù hợp;
- Lựa chọn được các biện pháp SPM phù hợp;
- Lựa chọn được các biện pháp chống giật cho người và động vật phù hợp; và
- Lựa chọn được các biện pháp trên với chi phí tối ưu.

Bảng 2.43 – Bảng tổng hợp quy trình tính toán rủi ro.

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
1	Số lượng trường hợp nguy hiểm trung bình hàng năm do sét Nx				
	N_D	- Tới công trình		$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	Công thức A.4
	N_M	- Gần công trình		$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$	Công thức A.6
	N_L	- Tới đường dây đi vào công trình		$N_L = N_G \times A_L \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.8
	N_i	- Gần đường dây đi vào công trình		$N_i = N_G \times A_i \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.10
	N_{DJ}	- Tới công trình lân cận (xem Hình A.5)		$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$	Công thức A.5

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	Ghi chú: có thể có nhiều đường dây (điện lực hoặc viễn thông)				
2	Đánh giá xác suất thiệt hại Px		Lưu ý cần tính cho từng vùng Zs		
	Sét đánh vào công trình gây ra				
	P_A	Tổn thương sinh vật do điện giật		$P_A = P_{TA} \times P_B$	Công thức B.1
	P_B	Thiệt hại vật chất		Loại hệ thống LPS: không có ($P_B=1$); IV ($P_B=0,2$); III ($P_B=0,1$); II ($P_B=0,05$); I ($P_B=0,02$); có thể có giá trị nhỏ hơn nếu có che chắn tăng cường	Bảng B.2
	P_C	Hỏng các hệ thống bên trong		$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$	Công thức B.2
	Sét đánh gần công trình sẽ gây ra				
	P_M	Hỏng các hệ thống bên trong		$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$, trong đó $P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	Công thức B.3
	Sét đánh vào đường dây sẽ gây ra			Lưu ý có thể có nhiều đường dây (điện lực hoặc viễn thông)	
	P_U	Tổn thương sinh vật do điện giật		$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.8
	P_V	Thiệt hại vật chất		$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.9
	P_W	Hỏng các hệ thống bên trong		$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.10
	Sét đánh gần đường dây sẽ gây ra				
	P_Z	Hỏng các hệ thống bên trong		$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$	Công thức B.11
3	Tổn thất LX		Lưu ý cần tính cho từng vùng Zs		
	Tổn thất về con người L1				
	$L_A = L_U$	Tổn thất về người do điện giật		$L_A = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.1 Công thức C.2
	$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.3
	$L_C = L_M = L_W =$	Hỏng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.4

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	L_Z				
	Tổn thất dịch vụ công cộng L_2				
	$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	Công thức C.7
	$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Hỏng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	Công thức C.8
	Tổn thất di sản văn hóa không thể thay thế (L_3)				
	$L_B = L_V$			$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times C_z/C_t$	Công thức C.9
	Tổn thất về kinh tế (L_4)				
	$L_A = L_U$	Tổn thương về động vật nuôi		$L_A = r_t \times L_t \times C_a/C_t$	Công thức C.10
	$L_B = L_V$	Thiệt hại vật chất		$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (C_a + C_b + C_c + C_s)/C_t$	Công thức C.12
	$L_C = L_M = L_W = L_Z$	Hỏng các hệ thống bên trong		$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times C_s/C_t$	Công thức C.13
4	Rủi ro sét Rx			Lưu ý cần tính cho từng vùng Zs	
	Rủi ro sét đánh trực tiếp vào công trình				
	R_A			$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	Công thức 6
	R_B			$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	Công thức 7
	R_C			$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	Công thức 8
	Rủi ro sét đánh gần công trình				
	R_M			$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	Công thức 9
	Rủi ro do sét đánh vào đường dây đi vào công trình				
	R_U			$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	Công thức 10
	R_V			$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	Công thức 11
	R_W			$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	Công thức 12
	Rủi ro sét đánh gần đường dây đi vào công trình				
	R_Z			$R_Z = N_i \times P_Z \times L_Z$	Công thức 13
5	Tổng rủi ro			Nếu có nhiều vùng Zs thì các giá trị dưới sẽ là tổng của các	

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
				vùng này	
	R_1	Rủi ro của tổn thất về cuộc sống con người		$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1}$	Công thức 1. Khi giá trị này chưa bằng hoặc nhỏ hơn 10^{-5} , thì lại tính lại
	R_2	Rủi ro của tổn thất về dịch vụ công cộng		$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$	Công thức 2. Khi giá trị này chưa bằng hoặc nhỏ hơn 10^{-3} , thì lại tính lại
	R_3	Rủi ro của tổn thất về di sản văn hóa		$R_3 = R_{B3} + R_{V3}$	Công thức 3. Khi giá trị này chưa bằng hoặc nhỏ hơn 10^{-4} , thì lại tính lại
	R_4	Rủi ro của tổn thất về giá trị kinh tế		$R_4 = R_{A4} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$	Công thức 4. Cần tính giá trị này nhỏ hơn $<10^{-3}$ hoặc do chủ đầu tư
7	Đánh giá hiệu quả về chi phí thực hiện chống sét				
	C_L	Chi phí hàng năm của tổng tổn thất trong trường hợp không có các biện pháp bảo vệ		$C_L = R_4 \times c_t$, với R_4 khi chưa có bảo vệ	Công thức D.2
	C_{RL}	Tổng chi phí C_{RL} hàng năm của tổn thất khi đã có biện pháp bảo vệ được chọn		$C_{RL} = R_4 \times c_t$ với R_4 khi có bảo vệ	Công thức D.4
	C_{PM}	Chi phí C_{PM} hàng năm của biện pháp bảo vệ được chọn		$C_{PM} = C_P \times (i + a + m)$, trong đó C_P là chi phí của các biện pháp bảo vệ, i là lãi suất, a là tốc độ hao mòn, và m là tỷ số bảo trì	Công thức D.5
	S_M	Tiền tiết kiệm hàng năm. Việc bảo vệ được hợp lý nếu thành tiền tiết kiệm hàng năm $S_M > 0$		$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL})$	Công thức D.6

Có thể thấy việc tính bằng tay nhiều công đoạn và nhiều bước tương đối phức tạp. Trên thực tế có thể sử dụng chương trình máy tính làm công cụ để hỗ trợ cho việc tính toán rủi ro này (xem trong phụ lục 2

hướng dẫn này).

Trong phụ lục E của TCVN 9888-2:2013 đưa ra 4 trường hợp phân tích rủi ro cụ thể. Trong phụ lục 2 hướng dẫn này, chúng tôi đưa ra ví dụ tương tự với việc bổ sung một cột trích dẫn đến các bảng trong hướng dẫn này để người đọc có thể làm quen và sử dụng.

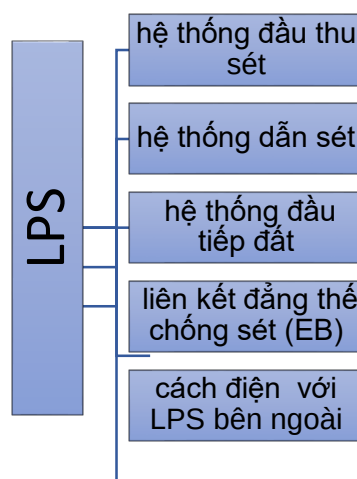
3. HỆ THỐNG BẢO VỆ CHỐNG SÉT LPS

Sau khi đã tính toán rủi ro và đưa ra các biện pháp chống sét hợp lý ở phần TCVN 9888-2:2013, có thể bắt tay vào thiết kế chi tiết. Chương này tập trung hướng dẫn thực hiện TCVN 9888-3:2013 (IEC 62305-3:2010), Phần 3: Thiệt hại vật chất đến kết cấu và nguy hiểm tính mạng.

3.1. Thành phần và cấp độ hệ thống bảo vệ chống sét (LPS)

TCVN 9888-3:2013 đưa ra các các biện pháp chống sét bên ngoài và bên trong công trình, cụ thể là các chỉ dẫn thiết kế, thi công và bảo trì hệ thống chống sét, viết tắt là LPS.

LPS bao gồm các thành phần như trên Hình 3.1.



Hình 3.1 – Các thành phần của LPS

Hiệu quả bảo vệ của hệ thống chống sét được thể hiện bằng tỉ lệ giữa số lần sét đánh hàng năm không gây hư hỏng cho công trình trên tổng số lần sét đánh vào công trình. Trong tiêu chuẩn đưa ra 4 mức bảo vệ chống sét (LPL) từ I đến IV. Mỗi cấp bảo vệ LPL tương ứng với bộ tham số sét (xem Bảng 3 và 4 trong TCVN 9888-1:2013. Từ bộ tham số này sẽ xác định yêu cầu đối với hệ thống chống sét bên ngoài và bên trong. Tương ứng với 4 cấp LPL là 4 cấp LPS (I,II,II,IV). Mức LPS cụ thể được lựa chọn dựa trên kết quả tính toán rủi ro (xem ở chương 2 hướng dẫn này).

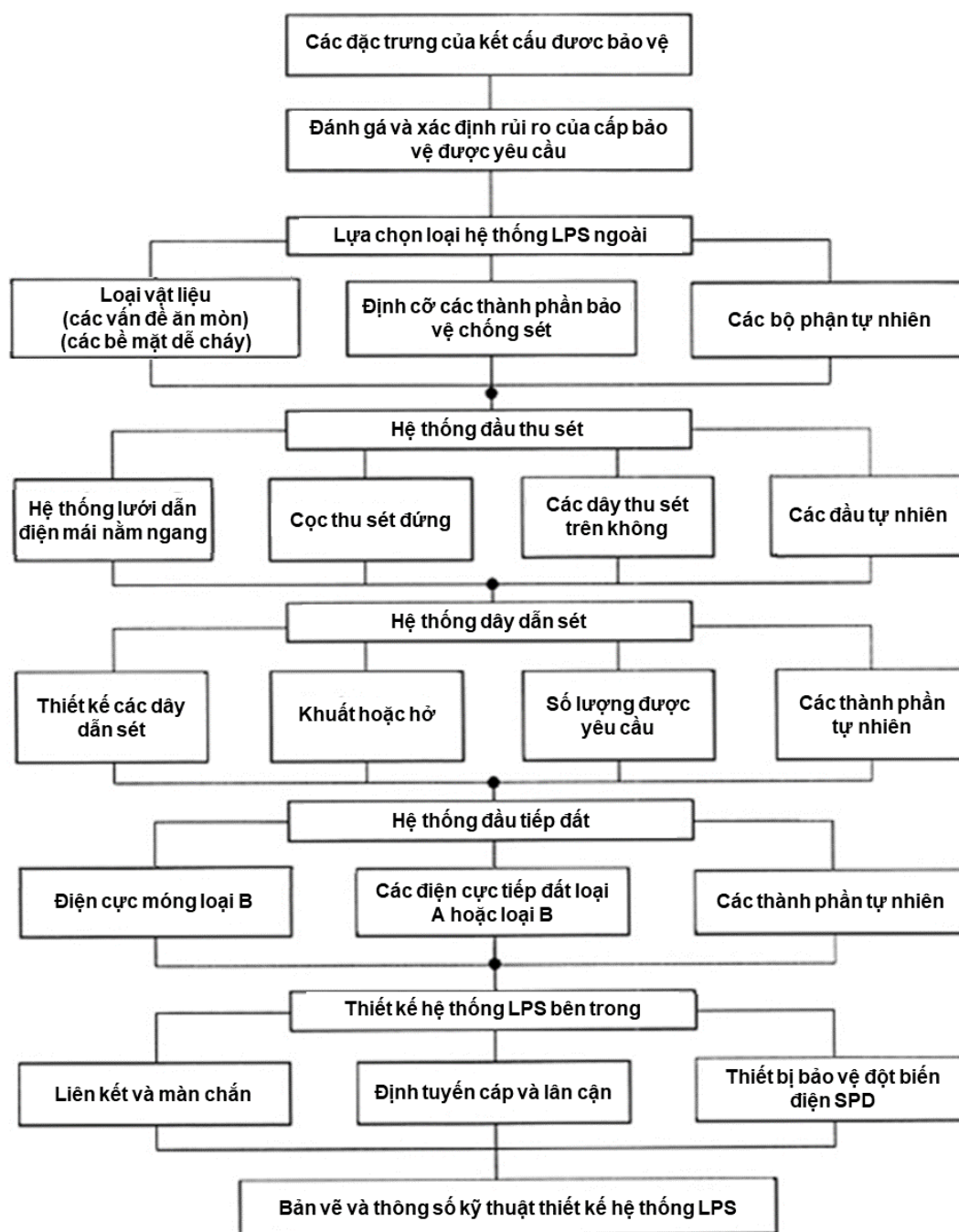
Chức năng của hệ thống chống sét bên ngoài là ngăn chặn sét đánh trực tiếp vào công trình thông qua hệ thống đầu thu sét; dẫn dòng sét xuống đất một cách an toàn thông qua hệ thống dây dẫn sét và phân phối dòng sét trong lòng đất thông qua hệ thống đầu tiếp đất.

Chức năng của hệ thống chống sét bên trong là ngăn ngừa tia lửa điện nguy hiểm bên trong công trình. Điều này đạt được bằng cách thiết lập liên kết đẳng thế hoặc duy trì khoảng cách tách biệt giữa các bộ phận của hệ thống chống sét bên ngoài với các bộ phận dẫn điện khác bên trong công trình.

3.2. Sơ đồ thiết kế LPS

Trên hình 3.2. là sơ đồ thiết kế hệ thống LPS. Sau khi thực hiện các bước đánh giá rủi ro, đã xác định

được yêu cầu của các thành phần LPS. Việc thiết kế phải được thực hiện bám sát các yêu cầu này.



Hình 3.2 – Sơ đồ khối thiết kế hệ thống LPS. Các mối nối (•) yêu cầu sự phối hợp chặt chẽ các nhà thiết kế chống sét, kiến trúc sư và kỹ sư xây dựng công trình.

3.3. Nguyên tắc chung thiết kế hệ thống chống sét bên ngoài

Các nguyên tắc chung của việc thiết kế LPS bên ngoài bao gồm:

- Người thiết kế phải căn cứ và sử dụng các kết quả trong trình đánh giá rủi ro để tiếp tục chi tiết hóa việc thiết kế hệ thống chống sét.
- Tận dụng tối đa các thành phần kim loại tự nhiên (mái kim loại, cột kim loại, kết cấu kim loại khác của công trình) để sử dụng cho việc bảo vệ chống sét.

- Xem xét hiệu ứng nhiệt và cháy nổ và hậu quả của chúng để thiết kế LPS cách ly hay không cách ly với công trình. Thông thường, hệ cách ly thường sử dụng khi có các vật liệu cháy nổ và hệ không cách ly ở các trường hợp còn lại.
- Đảm bảo thẩm mỹ của hệ thống chống sét.

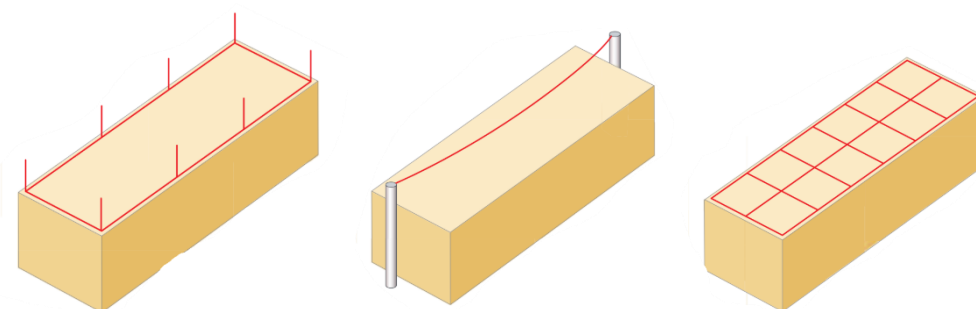
Hệ thống chống sét bên ngoài gồm ba thành phần chính: hệ thống đầu thu sét, dẫn sét và tiếp đất được trình bày ở các phần dưới đây.

3.4. Hệ thống đầu thu sét

3.4.1. Thiết kế hệ thống đầu thu sét

TCVN 9888-3:2013 quy định sử dụng hệ thống đầu thu sét cổ điển franklin, không dựa trên các kim thu sét phát xạ sớm, kim tiêu tán điện tích... Hướng dẫn này không khuyến cáo sử dụng các kim thu sét dạng khác so với TCVN 9888-3:2013.

Hệ thống đầu thu sét có thể là tổ hợp từ kim thu sét (hay còn gọi là đầu thu sét thẳng đứng), dây thu sét (hay còn là đầu thu sét nằm ngang) hoặc lưới thu sét (Hình 3.3). Việc tính toán thiết kế hệ thống đầu thu sét trình bày trong phụ lục 3.



Hình 3.3 – Hệ thống đầu thu sét dạng kim, dây và lưới thu sét

3.4.2. Sử dụng đầu thu sét tự nhiên

Các kết cấu dẫn điện sẵn có của công trình (cột treo anten, mái kim loại...) trong một số trường hợp có thể sử dụng làm bộ phận đầu thu sét bao gồm:

a. Thành phần kim loại của công trình với các điều kiện:

- Bảo đảm dẫn điện liên tục giữa các phần trong thời gian dài;
- Độ dày không nhỏ hơn giá trị trong Bảng 3.1 trong hai trường hợp có và không có nguy cơ cháy nổ, hỏng hóc thiết bị.
- Các tấm không phủ vật liệu cách điện. Trong trường hợp này, lớp sơn chống gỉ mỏng hay lớp nhựa đường 0,5 mm hay lớp nhựa 1 mm không được coi là cách điện;
- Lớp phủ phi kim loại trên hoặc dưới vỏ thành phần kim loại không vượt ra khỏi vùng bảo vệ;

Bảng 3.1. Độ dày thành phần kim loại công trình

Cấp LPS	Vật liệu	Độ dày ^a t	Độ dày ^b t'
---------	----------	--------------------------	---------------------------

		mm	mm
I đến IV	Chì	-	2,0
	Thép (thép không gỉ hoặc thép mạ)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Đồng	5	0,5
	Nhôm	7	0,65
	Kẽm	-	0,7
^a t chống xuyên thủng ^b t' chỉ khi việc ngăn ngừa thủng, điểm nóng hoặc vấn đề đánh lửa bên dưới là không quan trọng			

b. Thành phần kim loại của mái (có thép kết nối);

c. Những thành phần kim loại dạng ống nước, bộ phận làm đẹp, bọc góc mái... nếu như mặt cắt của chúng không nhỏ hơn của kim thu sét thông thường;

d. Ống kỹ thuật hay bình chứa bằng kim loại nếu chúng không mỏng hơn 2,5 mm và việc chúng bị nóng chảy không gây nên những nguy hiểm hoặc hậu quả không cho phép.

e. Ống kỹ thuật hay bình chứa bằng kim loại nếu nó có độ dày ít nhất như trong Bảng 3.1 và nếu nhiệt độ tăng ở mặt trong không gây nguy hiểm.

3.5. Hệ thống dây dẫn sét

3.5.1. Quy định chung

Với mục đích giảm thiểu thiệt hại hệ thống dẫn sét được lắp đặt sao cho giữa điểm sét đánh và đất:

- Dòng điện có thể chảy theo nhiều đường song song;
- Chiều dài dây càng ngắn càng tốt.
- Dây dẫn sét được đặt xung quanh đối tượng bảo vệ. Cần thực hiện phân bố đều theo chu vi công trình. Cố gắng đặt ở các góc cạnh của công trình.

Khoảng cách trung bình giữa các dây dẫn sét xuống không nhỏ hơn giá trị trong Bảng 3.2 như sau:

Bảng 3.2 — Khoảng cách trung bình giữa các dây dẫn sét theo cấp bảo vệ.

Cấp độ bảo vệ	Khoảng cách trung bình, m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Dây đai nối giữa các dây dẫn sét được thực hiện từng 20 m theo chiều cao công trình và gần mặt đất.

3.5.2.Lắp đặt hệ thống dây dẫn sét cho hệ thống chống sét độc lập

- Nếu hệ thống thu sét là dạng kim thu sét được đặt trên các cột độc lập thì trên mỗi cột cần ít nhất một dây dẫn sét.
- Nếu hệ thống thu sét là dạng dây thu sét thì điểm cuối của dây thu sét cần ít nhất một dây dẫn sét.
- Nếu hệ thống thu sét là dạng lưới thu sét thì trên mỗi điểm đỡ cần có ít nhất một dây dẫn sét. Tổng số dây dẫn sét không nhỏ hơn hai.

3.5.3.Lắp đặt dây dẫn sét trực tiếp trên công trình

- Dây dẫn sét không cách ly được lắp đặt như sau: nếu tường được làm từ chất liệu không cháy thì dây dẫn sét có thể gắn vào tường hay trong tường; nếu tường làm từ chất có thể cháy thì phải lắp sao cho khi nhiệt độ tăng do sét đi qua không gây nguy hiểm cho tường; trong trường hợp tường có thể cháy thì phải đặt cách 0,1m. Khi đó móc giữ dây dẫn sét vẫn có thể tiếp xúc với tường.
- Không đặt dây dẫn sét trong ống nước. Khuyến cáo đặt dây dẫn sét càng xa với cửa sổ, cửa ra vào càng tốt.
- Dây dẫn sét được đặt nằm ngang hay thẳng đứng. Không làm dây dẫn sét có độ uốn gấp cao.

3.5.4.Tận dụng dây dẫn sét tự nhiên

Những kết cấu sau của công trình có thể dùng làm dây dẫn sét bao gồm:

a. Thành phần kim loại của công trình với điều kiện:

- Đảm bảo dẫn điện liên tục, lâu dài.
- Có kích cỡ ít nhất như dây dẫn sét, cho phép có vỏ bọc cách điện;

b. Khung kim loại, cốt thép liên kết của công trình;

c. Các bề mặt kim loại có tiêu chuẩn đạt làm dây dẫn sét và với độ dày không nhỏ hơn 0,5 mm.

d. Dạng bê tông cốt thép cho phép làm dây thoát sét nếu 50% các kết nối được hàn hoặc bắt vít chặt.

3.5.5.Điểm ghép kiểm tra:

Tại vị trí dây dẫn sét nối với bộ phận tiếp đất phải lắp khớp nối để phục vụ đo kiểm tra điện trở tiếp đất. Đối với mục đích đo, mỗi ghép phải có khả năng mở ra bằng dụng cụ. Trong sử dụng bình thường, các mối ghép này phải được đóng lại.

3.6. Hệ thống đầu tiếp đất

3.6.1. Nhận xét chung

- Hệ thống đầu tiếp đất hay ngắn gọn hệ thống tiếp đất trong công trình theo chức năng gồm 3 thành phần là hệ thống tiếp đất chống sét, tiếp đất bảo vệ và tiếp đất công tác.
- Trong mọi trường hợp, loại trừ trường hợp kim thu sét biệt lập, hệ thống tiếp đất chống sét cần liên kết với hệ thống tiếp đất thiết bị điện và viễn thông. Cần thực hiện các giải pháp chống nhiễu cho các thiết bị lắp đặt trong công trình. Nếu vì lý do kỹ thuật các bộ phận tiếp đất này cần cách ly thì cần tham khảo ý kiến chuyên gia.

Hệ thống tiếp đất dùng chung phải có giá trị điện trở nhỏ hơn giá trị điện trở tiếp đất tiêu chuẩn thấp nhất.

- Hệ thống tiếp đất chung phải được lắp đặt ở vị trí thích hợp nhất sao cho chiều dài dây dẫn sét là ngắn nhất.
- Phải liên kết đẳng thế giữa các hệ thống tiếp đất.
- Hệ thống tiếp đất phải được thiết kế sao cho dòng sét phân bố đều trên các dây dẫn sét.
- Điện cực tiếp đất phải làm bằng vật liệu không bị ăn mòn điện hoá.
- Trị số điện trở tiếp đất của hệ thống tiếp đất phải đảm bảo không lớn hơn 10 Ω . Trong quá trình thiết kế cần thực hiện tính toán giá trị này. Khi không đạt trên thực tế cần tham khảo ý kiến chuyên gia.
- Cực đất chôn sâu ít nhất 0,5m và phân bố càng đều càng tốt quanh công trình cần bảo vệ. Trong đó cần đảm bảo chúng không che chắn lẫn nhau.
- Độ sâu và kiểu tiếp đất được lựa chọn đảm bảo điện trở tiếp đất ít thay đổi theo thời tiết.
- Cho phép sử dụng hóa chất để cải tạo điện trở tiếp đất khi cần thiết.
- Lưu ý có thể xảy ra các vấn đề ăn mòn nghiêm trọng khi hệ thống nối đất làm bằng các vật liệu khác nhau được nối với nhau.

3.6.2. Thiết kế, lựa chọn các kiểu tiếp đất

Hệ thống đầu tiếp đất có thể là tổ hợp tùy ý các thanh kim loại đặt thẳng đứng, nằm ngang, dạng dây, dạng vòng, chôn sâu tiếp xúc trực tiếp với đất.

Căn cứ vào cấu trúc dây dẫn sét và đặc điểm điện trở đất để lựa chọn dạng hệ thống tiếp đất thích hợp:

a. Hệ thống tiếp đất gồm các điện cực thẳng đứng và nằm ngang (kiểu A) thích hợp với trường hợp dùng hệ thống thu sét dạng kim hoặc dây thu sét (xem Hình 3.3). Tổng số điện cực tiếp đất không nhỏ hơn 2. Chiều dài nhỏ nhất của từng điện cực tiếp đất tại gốc của từng dây dẫn sét là

- l_1 đối với các điện cực nằm ngang, hoặc
- $0,5 l_1$ đối với các điện cực thẳng đứng (hoặc đặt nghiêng),

trong đó l_1 là chiều dài nhỏ nhất của các điện cực nằm ngang thể hiện trong phần tương ứng trên Hình 3.4. Đối với các điện cực kết hợp (thẳng đứng hoặc nằm ngang), phải xét đến tổng chiều dài.

Để tiện cho việc tính toán số lượng điện cực tiếp đất có thể dùng Bảng 3.3 như sau:

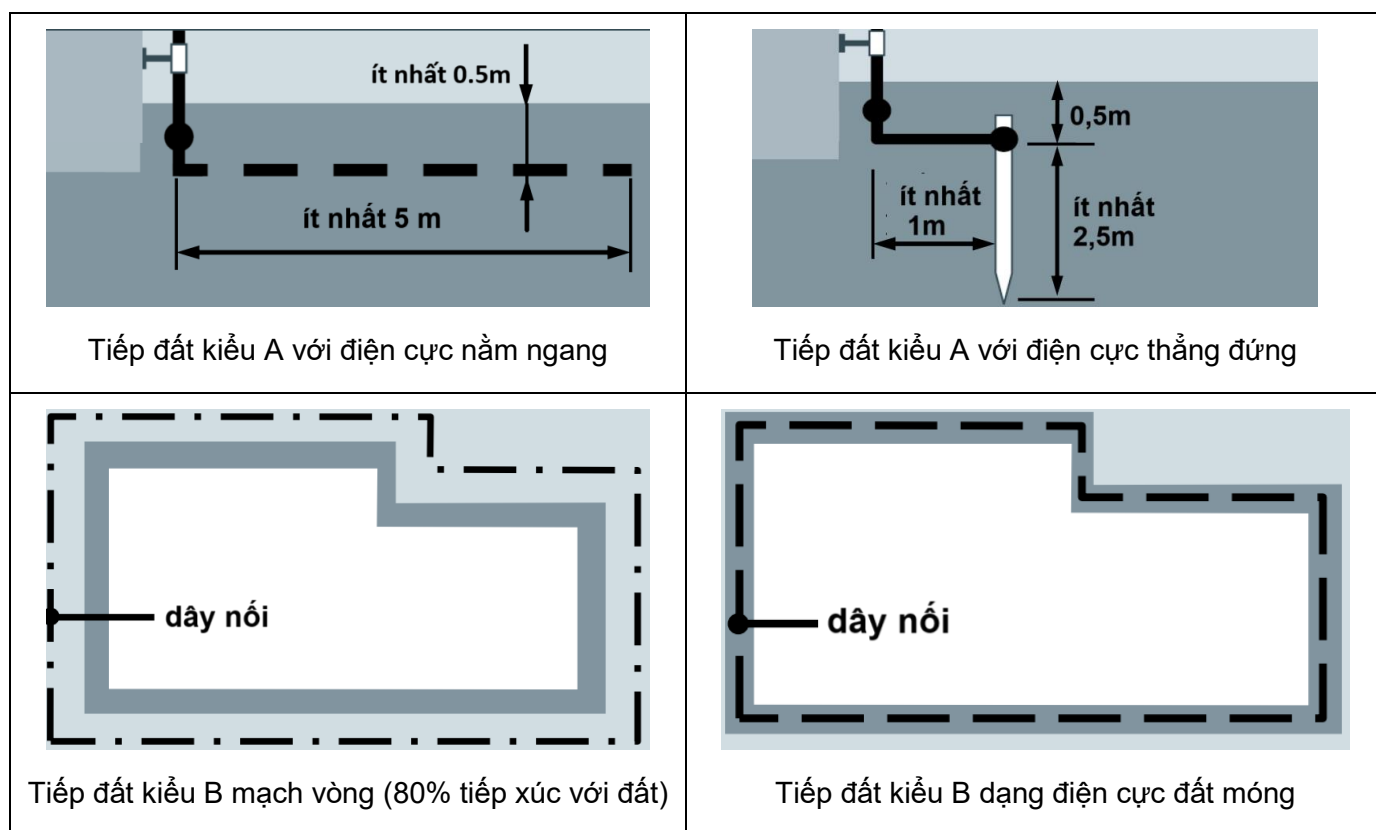
Bảng 3.3 — Số lượng cực tiếp đất cần có để đạt điện trở tiếp đất 10 Ω

Điện trở đất (Ω m)	Số lượng cực tiếp đất có chiều dài 2,4 m
500	50
400	38
300	28
200	18
100	8

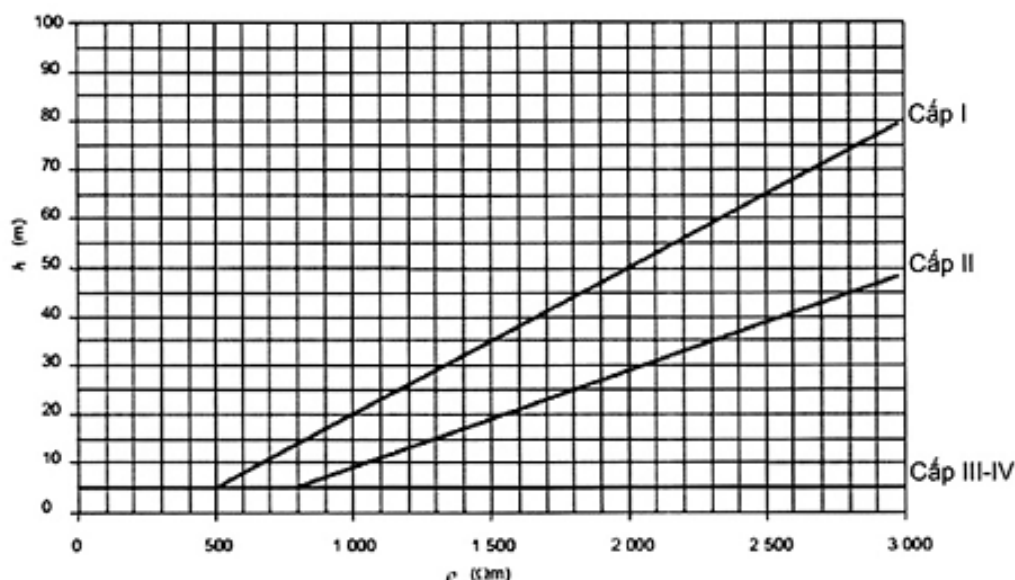
Điện trở đất (Ω m)	Số lượng cực tiếp đất có chiều dài 2,4 m
50	3

Điều kiện chiều dài nhỏ nhất nêu trên Hình 3.3 có thể được bỏ qua khi hệ thống tiếp đất có điện trở tiếp đất nhỏ hơn 10 Ω . Ngược lại, nếu điện trở tiếp đất không đạt dưới 10 Ω , mặc dù chiều dài nhỏ nhất đã đạt thì vẫn cần phải lắp đặt thêm điện cực tiếp đất hoặc chuyển sang dạng tiếp đất dạng vòng (kiểu B).

b. Tiếp đất dạng vòng kiểu B (xem Hình 3.3) sử dụng trong trường hợp hệ thống thu sét dạng lưới có nhiều dây dẫn sét. Kiểu bố trí này gồm dây dẫn mạch vòng nằm bên ngoài kết cấu cần bảo vệ, tiếp xúc với đất trong tối thiểu 80 % chiều dài tổng của chúng, hoặc điện cực đất móng tạo thành vòng khép kín. Các điện cực này cũng có thể ở dạng lưới. Cực đất dạng vòng chôn sâu ít nhất 0,5m so với mặt đất và cách xa tường ít nhất 1m. Bán kính trung bình r_e của vùng được bao bọc bởi điện cực vòng không được nhỏ hơn giá trị l_1 như trong hình 3.4. Trong trường hợp $l_1 > r_e$ thì cần lắp các điện cực đất kiểu A bổ sung.



Hình 3.3 – Minh họa các kiểu tiếp đất A và B



Hình 3.4 - Chiều dài nhỏ nhất của từng điện cực đất theo cấp LPS. Cấp III và IV không phụ thuộc vào điện trở suất của đất.

c. Các điện cực tiếp đất chôn sâu sử dụng trong trường hợp điện trở suất của đất giảm theo độ sâu hoặc điện trở suất của tầng đất phía dưới nhỏ hơn so với tầng đất phía trên. Cách này cũng hay sử dụng trong trường hợp mặt bằng thi công hẹp.

3.6.3. Những kết cấu sẵn có của công trình có thể dùng làm hệ thống tiếp đất

Có thể sử dụng các kết cấu kim loại ngầm có các thông số kỹ thuật đảm bảo để thực hiện chức năng của hệ thống đầu tiếp đất.

Khi sử dụng các kết cấu bê tông cốt thép cần tính toán đến ảnh hưởng cơ học do sét gây nên.

3.7. Vật liệu và kích thước

Vật liệu và kích thước phải được chọn có lưu ý đến khả năng ăn mòn của chúng.

Cấu trúc và tiết diện nhỏ nhất của dây thu sét, kim thu sét và dây dẫn sét được cho trong Bảng 3.4 và phải phù hợp với các yêu cầu và thử nghiệm theo bộ tiêu chuẩn IEC 62561.

Cấu trúc và các kích thước nhỏ nhất của điện cực đất được cho trong Bảng 3.5 và phải phù hợp với các yêu cầu và thử nghiệm theo bộ tiêu chuẩn TCVN 9888:2013.

Bảng 3.4 — Vật liệu, cấu trúc và các kích thước nhỏ nhất của dây thu sét, kim thu sét, thanh tiếp đất và dây dẫn sét ^a

Vật liệu	Cấu trúc	Tiết diện mm ²
Đồng, đồng mạ thiếc	Dải băng liên tục	50
	Một sợi tròn ^b	50
	Bện ^b	50
	Một sợi tròn ^c	176
Nhôm	Dải băng liên tục	70

Vật liệu	Cấu trúc	Tiết diện mm ²
Hợp kim nhôm	Một sợi tròn	50
	Bện	50
	Dải băng liên tục	50
	Một sợi tròn	50
	Bện	50
Hợp kim nhôm mạ đồng	Dải băng liên tục ^c	176
	Một sợi tròn	50
	Một sợi tròn	50
	Bện	50
	Một sợi tròn ^c	176
Thép mạ kẽm nhúng nóng	Một sợi tròn	50
	Dải băng liên tục	50
	Một sợi tròn	50
	Bện	50
	Một sợi tròn ^c	176
Thép mạ đồng	Một sợi tròn	50
	Dải băng liên tục	50
	Một sợi tròn	50
	Bện	70
	Một sợi tròn ^c	176
Thép không gỉ	Dải băng liên tục ^d	50
	Một sợi tròn ^d	50
	Bện	70
	Một sợi tròn ^c	176
	Một sợi tròn ^c	176

^a Đặc tính cơ và điện cũng như đặc tính chịu ăn mòn phải đáp ứng các yêu cầu trong IEC 62561.

^b Giá trị 50 mm² (đường kính 8 mm) có thể giảm xuống còn 25 mm² trong một số ứng dụng nhất định ở đó độ bền cơ không phải là yêu cầu thiết yếu. Trong trường hợp này cần lưu ý đến việc giảm khoảng cách giữa các cơ cấu giữ.

^c Áp dụng cho các thanh thu sét và thanh tiếp đất. Đối với các thanh thu sét khi ứng suất cơ không quan trọng, thì có thể sử dụng thanh đường kính 9,5 mm, dài 1 m.

^d Nếu các lưu ý về nhiệt và cơ là quan trọng thì các giá trị này cần được tăng lên thành 75 mm².

Bảng 3.5 – Vật liệu, cấu trúc và các kích thước nhỏ nhất của điện cực đất ^{a, e}

Vật liệu	Cấu trúc	Các kích thước		
		Đường kính thanh tiếp đất mm	Dây tiếp đất mm ²	Tấm tiếp đất mm
Đồng Đồng mạ thiếc	Bện		50	
	Tròn một sợi	15	50	
	Dải băng liên tục		50	
	Đường ống	20		
	Tấm liên tục			500 x 600

Vật liệu	Cấu trúc	Các kích thước		
		Đường kính thanh tiếp đất mm	Dây tiếp đất mm ²	Tấm tiếp đất mm
	Tấm dạng lưới ^c			600 x 600
Thép mạ kẽm nhúng nóng	Tròn một sợi	14	78	
	Đường ống	25		
	Dải băng liên tục		90	
	Tấm liên tục			500 x 500
	Tấm dạng lưới ^c			600 x 600
	Profin	^d		
Thép trần ^b	Bện		70	
	Tròn một sợi		78	
	Dải băng liên tục		75	
Thép mạ đồng	Tròn một sợi	14 ^f	50	
	Dải băng liên tục		90	
Thép không gỉ	Tròn một sợi	15 ^f	78	
	Dải băng liên tục		100	
^a Đặc tính cơ và điện cũng như đặc tính chịu ăn mòn phải đáp ứng các yêu cầu trong IEC 62561. ^b Phải chôn chìm trong bê tông ở độ sâu nhỏ nhất là 50 mm. ^c Tấm dạng lưới được tạo thành từ các dây dẫn có chiều dài tổng nhỏ nhất là 4,8 m. ^d Cho phép các profin khác nhau có tiết diện 290 mm ² và chiều dày nhỏ nhất 3 mm, ví dụ profin ngang. ^e Trong trường hợp hệ thống nối đất nền của bố trí kiểu B, mỗi điện cực phải được nối đúng cứ tối thiểu mỗi 5 m thép cốt bê tông. ^f Ở một số nước, cho phép giảm đường kính xuống còn 12,7 mm.				

3.8. Hệ thống bảo vệ chống sét bên trong

3.8.1. Quy định chung

LPS bên trong phải ngăn không để xảy ra phóng tia lửa điện nguy hiểm trong phạm vi công trình cần bảo vệ do dòng điện sét chạy trong LPS bên ngoài hoặc trong các phần dẫn điện khác của công trình.

Phóng tia lửa điện nguy hiểm có thể xuất hiện giữa LPS và các phần khác như hệ thống kim loại được lắp đặt trong công trình (nước, khí đốt, các kết cấu kim loại của công trình), hệ thống điện và điện tử bên trong công trình; và các đường dây (điện, viễn thông) từ bên ngoài nối vào công trình.

Việc phát tia lửa điện trong công trình có nguy cơ cháy nổ sẽ đặc biệt nguy hiểm. Trong trường hợp này đòi hỏi có các biện pháp bảo vệ bổ sung.

Để bảo vệ chống quá điện áp các hệ thống điện, điện tử, viễn thông bên trong, xem TCVN 9888-4 (IEC 62305-4) hay chương 4 của hướng dẫn này.

Có thể tránh phóng tia lửa điện nguy hiểm giữa các phần khác nhau bằng cách liên kết đẳng thế hoặc cách điện giữa các hệ thống nêu trên.

3.8.2. Liên kết đẳng thế sét

3.8.2.1. Nhận xét chung

Việc tạo ra đẳng thế được thực hiện bằng cách liên kết LPS với hệ thống kim loại được lắp đặt trong công trình, hệ thống điện và điện tử bên trong công trình; và các đường dây bên ngoài nối với công trình. Khi liên kết đẳng thế sét được thiết lập thì một phần của dòng điện sét có thể chạy vào các hệ thống bên trong công trình và phải tính đến ảnh hưởng này.

Biện pháp liên kết có thể là dùng dây liên kết trực tiếp, thông qua thiết bị bảo vệ chống đột biến (SPD) hoặc qua khe hở phóng tia lửa điện cách ly (ISG).

Khi thực hiện liên kết đẳng thế phải thảo luận với người vận hành mạng viễn thông, mạng điện, đường nước, đường ống dẫn khí đốt và những người điều hành và người có thẩm quyền khác, vì có thể có những yêu cầu trái ngược nhau.

Liên kết đẳng thế sét cần được tích hợp và phối hợp với các liên kết đẳng thế khác trong công trình.

3.8.2.2. Liên kết đẳng thế với hệ thống lắp đặt kim loại

Mục tiêu là liên kết đẳng thế sét cho các hệ thống lắp đặt kim loại, chẳng hạn như khung đỡ kim loại, hệ thống đường ống, v.v. Các phần tử kim loại của hệ thống lắp đặt cần được liên kết với nhau và với hệ thống đầu nối đất của LPS để tạo thành một hệ thống đẳng thế chung, giảm thiểu nguy cơ phát sinh tia lửa điện giữa các phần tử kim loại.

Việc liên kết có thể được thực hiện bằng cách hàn, kẹp, hoặc sử dụng các thanh nối đẳng thế phù hợp.

Trong trường hợp LPS bên ngoài cách ly, liên kết đẳng thế sét sẽ chỉ được thiết lập ở bề mặt đất.

Trong trường hợp LPS bên ngoài không cách ly bên ngoài, thiết lập liên kết đẳng thế sét tại các vị trí sau:

a) trong nền móng hoặc ở xấp xỉ mức mặt đất. Dây liên kết phải được nối với thanh liên kết và được lắp đặt theo cách cho phép dễ dàng tiếp cận để kiểm tra. Thanh liên kết phải được nối với hệ thống đầu tiếp đất. Đối với các công trình lớn (thường có chiều dài hơn 20 m), có thể sử dụng thanh liên kết mạch vòng hoặc có thể lắp đặt hai thanh liên kết trở lên với điều kiện là chúng được nối với nhau;

b) ở những nơi không đáp ứng các yêu cầu về cách điện.

Các đầu nối liên kết đẳng thế sét phải trực tiếp và thẳng nhất có thể.

Trường hợp với các tòa nhà cao hơn 30 m, khuyến khích lặp lại các liên kết đẳng thế ở mức 20 m và cứ mỗi 20 m trên đó.

Giá trị nhỏ nhất của tiết diện dây liên kết nối các thanh liên kết khác nhau và của dây dẫn nối thanh liên kết với hệ thống đầu tiếp đất được nêu trong Bảng 3.6.

Giá trị nhỏ nhất của tiết diện dây liên kết nối hệ thống lắp đặt kim loại bên trong với thanh liên kết được

nêu trong Bảng 3.7.

Bảng 3.6 — Kích thước nhỏ nhất của dây dẫn nối các thanh liên kết khác nhau hoặc nối các thanh liên kết với hệ thống đầu tiếp đất

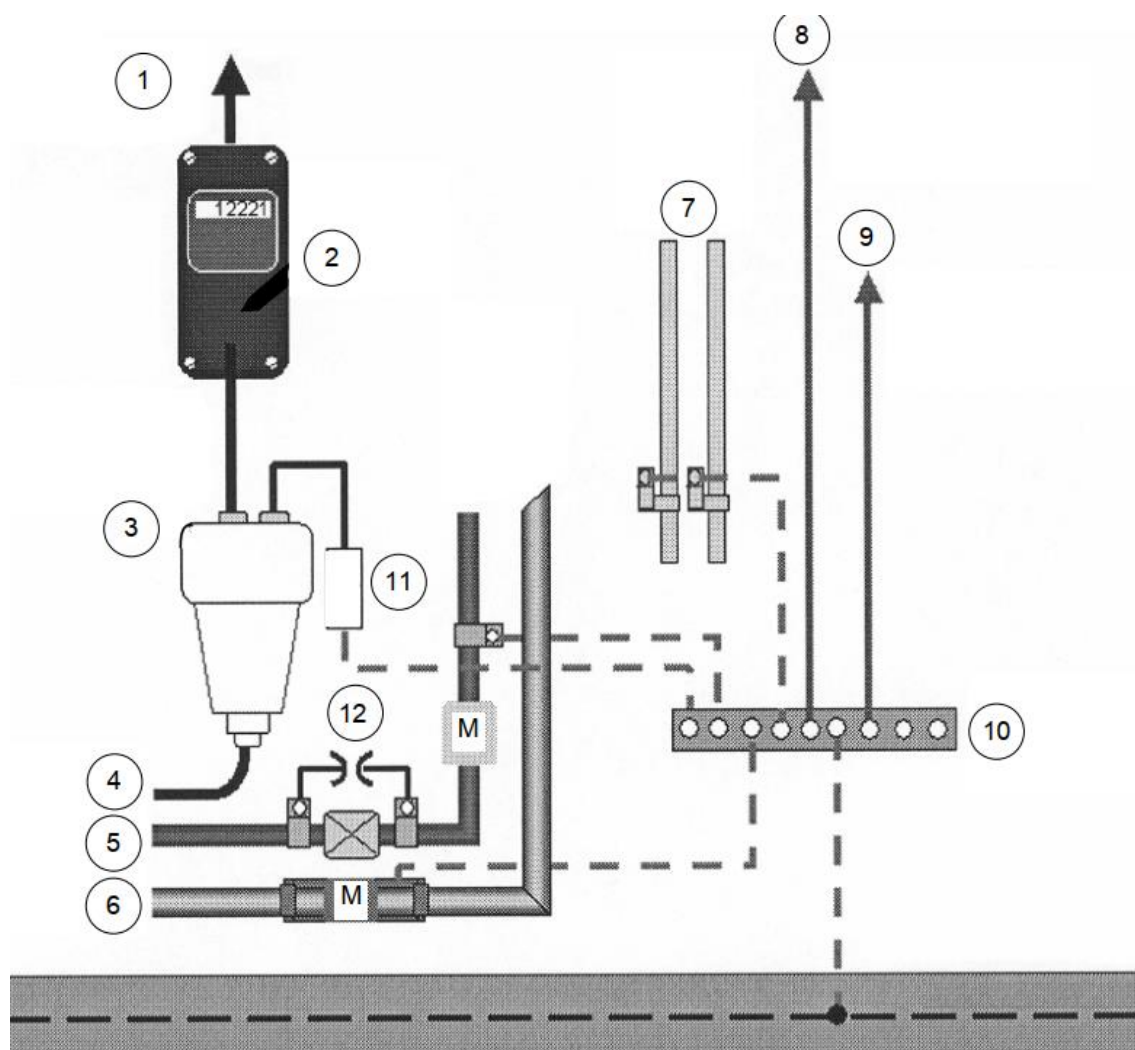
Cấp LPS	Vật liệu	Tiết diện mm²
I đến IV	Đồng	16
	Nhôm	25
	Thép	50

Bảng 3.7 — Kích thước nhỏ nhất của dây dẫn nối hệ thống lắp đặt kim loại bên trong với hệ thống đầu tiếp đất

Cấp LPS	Vật liệu	Tiết diện mm²
I đến IV	Đồng	6
	Nhôm	10
	Thép	16

Nếu mảnh cách điện được chèn vào trong các đường ống dẫn khí đốt hoặc đường ống nước, nằm bên trong công trình cần bảo vệ thì chúng phải được bắc cầu bởi ISG được thiết kế cho hoạt động như vậy, nếu được sự đồng ý của nhà cung cấp nước và khí đốt.

Hình 3.4 là ví dụ về liên kết đẳng thế bên trong công trình



CHÚ DẪN:

1 Đường điện tới người sử dụng; 2 đồng hồ đo điện; 3 hộp kết nối trong nhà; 4 đường điện từ ngoài; 5 đường khí; 6 đường nước; 7 hệ thống nhiệt trung tâm; 8 thiết bị điện tử; 9 vỏ bọc cáp ăng-ten; 10 thanh liên kết đẳng thế; 11 SPD; 12 ISG; M máy đo.

Hình 3.4 – Ví dụ liên kết đẳng thế sét LPS bên trong

3.8.2.3. Liên kết đẳng thế sét đối với các bộ phận dẫn điện bên ngoài

Đối với các phần dẫn điện bên ngoài, liên kết đẳng thế sét phải được thiết lập sát nhất có thể với điểm đi vào công trình cần bảo vệ.

Các dây liên kết phải có khả năng chịu được phần I_F của dòng điện sét chạy qua chúng được đánh giá theo Phụ lục E của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010).

Nếu không thể liên kết trực tiếp được thì phải sử dụng ISG phải được thử nghiệm theo IEC 62561-3 và phải có các đặc tính sau:

- $I_{imp} \geq I_F$ trong đó I_F là dòng điện sét chạy dọc theo phần dẫn bên ngoài đang xét (xem Phụ lục E của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010));
- Điện áp xung đánh thủng danh định U_{RIMP} thấp hơn mức chịu xung của cách điện giữa các phần.

Khi đòi hỏi phải có liên kết đẳng thế nhưng không yêu cầu LPS thì đầu tiếp đất của hệ thống lắp đặt hạ

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

áp có thể được sử dụng cho mục đích này. Tiêu chuẩn TCVN 9888-2 (IEC 62305-2) cung cấp các thông tin về những điều kiện không đòi hỏi phải có LPS.

3.8.2.4. Liên kết đẳng thế sét đối với các hệ thống bên trong

Liên kết đẳng thế sét phải được lắp đặt phù hợp với 3.8.2.2 a) và 3.8.2.2 b).

Nếu các cáp của hệ thống bên trong được bọc kim hoặc được đặt trong đường ống bằng kim loại thì việc nối liên kết các vỏ bọc kim và đường ống là đủ.

Việc nối liên kết các vỏ bọc kim và đường ống có thể không tránh được hư hại đến thiết bị nối với các cáp do quá điện áp. Để bảo vệ các thiết bị này, xem TCVN 9888-4 (IEC 62305-4).

Nếu các cáp của hệ thống bên trong không được bọc kim và cũng không được đặt trong các đường ống kim loại thì chúng phải được nối liên kết thông qua SPD. Trong các hệ thống TN, dây dẫn PE và PEN phải được nối liên kết với LPS một cách trực tiếp hoặc thông qua SPD.

Dây liên kết phải có khả năng chịu dòng điện giống như nêu trong 3.8.2.2 đối với các ISG.

SPD phải phù hợp với IEC 61643-1 và IEC 61643-21 và phải có các đặc tính sau:

- Được thử nghiệm với $I_{imp} \geq k_c I$ trong đó $k_c I$ là dòng điện sét chạy dọc theo phần tương ứng của LPS bên ngoài (xem Phụ lục C);
- Mức bảo vệ U_p thấp hơn mức chịu xung của cách điện giữa các phần.

Nếu đòi hỏi phải có bảo vệ chống đột biến của hệ thống bên trong thì phải sử dụng hệ thống SPD kết hợp phù hợp với các yêu cầu của Điều 7 của TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010).

3.8.2.5. Liên kết đẳng thế sét đối với các đường dây đi vào công trình

Liên kết đẳng thế chống sét đối với các đường dây điện và đường dây viễn thông phải được lắp đặt theo mục 3.8.2.3 của hướng dẫn này.

Tất cả các dây dẫn của từng đường dây cần được liên kết trực tiếp hoặc thông qua SPD. Dây dẫn mang điện chỉ được liên kết với thanh liên kết thông qua SPD. Trong các hệ thống TN, dây PE hoặc dây PEN phải được nối với thanh liên kết đẳng thế một cách trực tiếp hoặc thông qua SPD.

Nếu các đường dây có bọc kim hoặc được chạy trong các ống bằng kim loại thì các vỏ bọc hoặc đường ống này phải được nối liên kết. Liên kết đẳng thế sét của các dây dẫn là không cần thiết, với điều kiện là tiết diện S_c của các vỏ bọc hoặc đường ống này không nhỏ hơn giá trị nhỏ nhất S_{cmin} được đánh giá theo Phụ lục B của TCVN 9888-3:2013.

Liên kết đẳng thế sét của vỏ bọc kim của cáp hoặc của đường ống phải thực hiện gần điểm mà chúng đi vào công trình.

Dây liên kết phải có khả năng chịu dòng điện giống như nêu trong 3.8.2.3 của hướng dẫn này đối với các ISG.

SPD phải phù hợp với IEC 61643-1 và IEC 61643-21 và phải có các đặc tính sau:

- Được thử nghiệm với $I_{imp} \geq I_F$ trong đó I_F là dòng điện sét chạy dọc theo các đường dây (xem Phụ lục E của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2013));
- Mức bảo vệ U_p thấp hơn mức chịu xung của cách điện giữa các phần.

Nếu đòi hỏi phải có bảo vệ chống đột biến của hệ thống bên trong được nối với các đường dây đi vào công trình thì phải sử dụng hệ thống SPD phối hợp phù hợp với các yêu cầu của Điều 7 của TCVN 9888-4:2013 (IEC 62305-4:2010).

3.8.3. Cách ly với LPS bên ngoài

Cách điện của LPS giữa đầu thu sét hoặc dây dẫn sét và các phần kim loại của công trình, hệ thống lắp đặt bằng kim loại và các hệ thống bên trong có thể đạt được bằng cách cung cấp khoảng cách ly s giữa các phần này. Công thức chung để tính khoảng cách ly s như sau:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (\text{m}) \quad (3.1)$$

trong đó

- k_i : phụ thuộc vào cấp LPS được chọn (xem Bảng 3.8);
- k_m : phụ thuộc vào vật liệu cách điện (xem Bảng 3.9);
- k_c : phụ thuộc vào dòng điện sét (từng phần) chạy trong đầu thu sét và dây dẫn sét (xem Bảng 3.10);
- l : là chiều dài, tính bằng mét, dọc theo đầu thu sét và dây dẫn sét tính từ điểm đang xét khoảng cách ly đến điểm liên kết đẳng thế gần nhất hoặc đầu tiếp đất. Chiều dài l dọc theo đầu thu sét có thể không cần xét đến trong các công trình có mái kim loại liên tục đóng vai trò là hệ thống đầu thu sét tự nhiên.

Bảng 3.8 – Cách ly của LPS bên ngoài - Giá trị của hệ số k_i

Cấp LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III và IV	0,04

Bảng 3.9 – Cách ly của LPS bên ngoài - Giá trị của hệ số k_m

Vật liệu	k_m
Không khí	0,08
Bê tông, gạch, gỗ	0,06
Ghi chú: Khi có một số vật liệu cách điện nối tiếp, nên sử dụng giá trị k_m thấp hơn. Khi sử dụng các vật liệu cách điện khác, nhà chế tạo cần cung cấp hướng dẫn xây dựng và các giá trị k_m .	

Trong trường hợp các đường dây hoặc phần dẫn điện bên ngoài đi vào công trình, luôn cần thiết phải đảm bảo rằng liên kết đẳng thế sét (bằng đầu nối trực tiếp hoặc đầu nối qua SPD) tại điểm mà chúng đi vào công trình.

Trong các công trình có khung bê tông cốt thép được nối liên tục hoặc bằng kim loại, không có yêu cầu về khoảng cách ly.

Hệ số k_c của dòng điện sét giữa các dây dẫn sét/đầu thu sét phụ thuộc vào cấp LPS, số lượng n, vị trí của dây dẫn sét, dây dẫn mạch vòng liên kết và kiểu hệ thống đầu tiếp đất. Khoảng cách ly cần thiết phụ

thuộc vào điện áp rơi của tuyến ngắn nhất tính từ điểm xem xét khoảng cách ly, đến điện cực đất hoặc điểm liên kết đẳng thế gần nhất. trong cách tiếp cận đơn giản có thể tính k_C theo bảng 3.10.

Bảng 3.10 – Cách ly của LPS bên ngoài - Các giá trị xấp xỉ của hệ số k_C

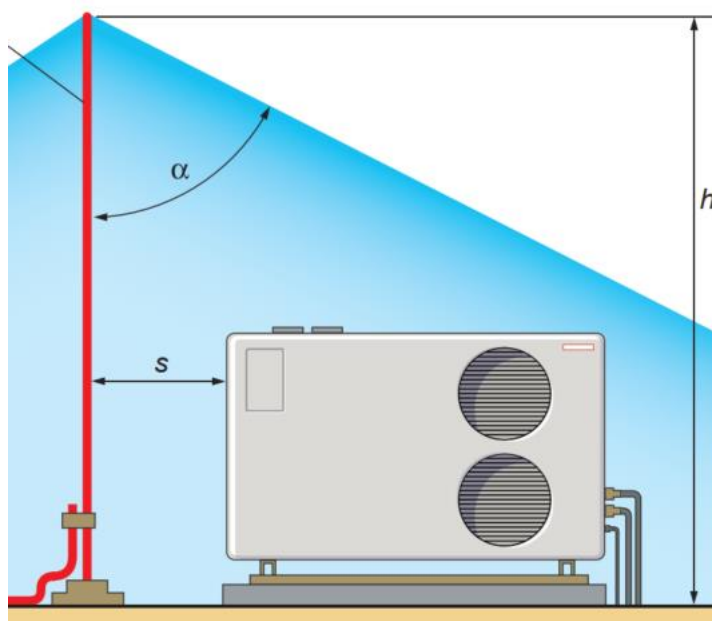
Số lượng dây dẫn sét (n)	k_C
1 (chỉ trong trường hợp LPS được cách ly)	1
2	0,66
3 và nhiều hơn	0,44

Ghi chú: Áp dụng các giá trị trong Bảng 3.10 cho tất cả các bố trí nối đất kiểu B và đối với các bố trí nối đất kiểu A, với điều kiện là điện trở đất của các điện cực đất xung quanh không khác nhau quá 2 lần. Nếu điện trở đất của các điện cực đất đơn lẻ không nhau quá 2 lần thì giả thiết $k_C = 1$.

Cách tiếp cận đơn giản thường dẫn đến các kết quả nằm về phía an toàn. Trên Hình 3.5 là ví dụ tính khoảng cách cách ly đến thiết bị. Ví dụ có $n=4$ dây dẫn sét, cấp độ LPS II, tiếp đất kiểu A, khoảng cách $l=25$ m, ta có thể tính khoảng cách cách ly s theo công thức 3.1:

$$s = (0.06/1) \times 0.44 \times 25 = 0,66 \text{ m} \quad (3.2)$$

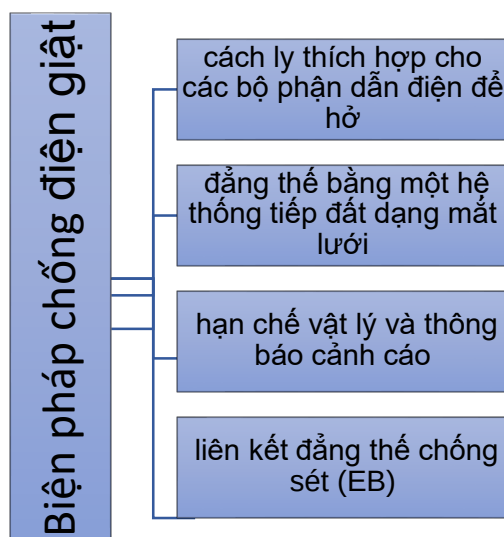
Có thể thấy theo cách tính này, khoảng cách an toàn được đảm bảo nếu lớn hơn $s=0,66$ m.



Hình 3.5 – Tính toán khoảng cách cách ly s

3.9. Biện pháp bảo vệ giảm tổn thương cho người và động vật do điện áp chạm và điện áp bước

Các biện pháp bảo vệ chống điện giật cho con người và sinh vật trên hình 3.6.



Hình 3.6 — Các biện pháp chống điện giạt

Trong một số điều kiện nhất định, vùng lân cận dây dẫn sét của LPS có thể nguy hiểm đến tính mạng ngay cả khi LPS được thiết kế và cấu tạo theo các yêu cầu đề cập ở trên. Nguy hiểm được giảm đến mức chấp nhận được nếu đáp ứng một trong các điều kiện sau:

- trong điều kiện làm việc bình thường, không được có người trong phạm vi 3 m tính từ dây dẫn sét;
- hệ thống có sử dụng tối thiểu 10 dây dẫn sét được kết nối chắc chắn.
- điện trở tiếp xúc của lớp của đất bề mặt, trong phạm vi 3 m tính từ dây dẫn sét, không được nhỏ hơn 100 kΩ.

Lớp vật liệu cách điện, ví dụ asphalt, dày 5 cm (hoặc lớp sỏi dày 15 cm) thường sẽ làm giảm nguy hiểm đến mức chấp nhận được.

Nếu không đáp ứng được bất cứ điều kiện nào thì phải chấp nhận biện pháp bảo vệ chống gây thương tích cho người như sau:

- Chống điện áp chạm cần thực hiện cách điện của dây dẫn sét để hở phải có điện áp chịu xung sét 1,2/50 μ s là 100 kV, ví dụ bằng polyetylen liên kết chéo tối thiểu là 3 mm;
- Chống điện áp bước cần tạo liên kết đẳng thế bằng hệ thống đầu tiếp đất dạng lưới;
- đặt các rào chắn và/hoặc các lưu ý cảnh báo để giảm thiểu khả năng chạm vào dây dẫn sét, giảm thiểu khả năng tiếp cận khu vực nguy hiểm, trong phạm vi 3 m xung quanh dây dẫn sét.

Các biện pháp bảo vệ phải tuân thủ các tiêu chuẩn có liên quan (xem ISO 3864-1).

3.10.Thi công

3.10.1. Quy định chung

- Đơn vị thi công phải thực hiện thi công theo đúng thiết kế và không được tự ý sửa chữa bản vẽ thiết kế, thi công.
- Đơn vị thi công phải đọc Tiêu chuẩn trước khi thi công.
- Tất cả các trang thiết bị chống sét, trước khi lắp đặt phải được cơ quan chức năng có thẩm quyền

kiểm định.

- Trong quá trình thi công, đơn vị thi công phải tuyệt đối tuân thủ các quy định về an toàn điện và an toàn lao động của nhà nước, của ngành và của đơn vị thi công đề ra.
- Việc thực hiện lắp đặt chi tiết các thiết bị chống quá điện áp cần tuân thủ hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị.
- Trong trường hợp kiểm tra điện trở tiếp đất không đạt (mặc dù đã có tính toán lý thuyết) hoặc vì lý do nào đó mà việc thi công không khả thi hoặc gặp nhiều khó khăn, đơn vị thi công đề xuất đơn vị thiết kế xem xét chỉnh sửa bản thiết kế.
- Trong thi công cần có đội ngũ chuyên nghiệp và thiết bị chuyên dụng.



Hình 3.7. Trên thực tế thi công cần có thiết bị chuyên dụng (trong ảnh thi công đào rãnh tiếp đất)

3.10.2. Gia cố và kết nối

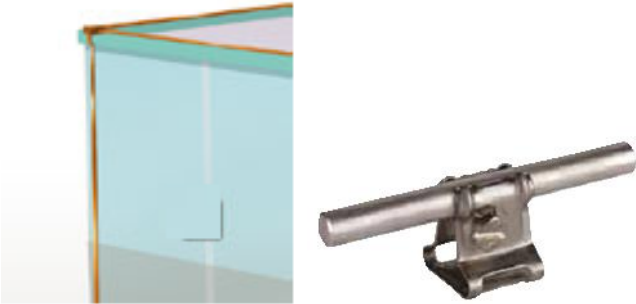
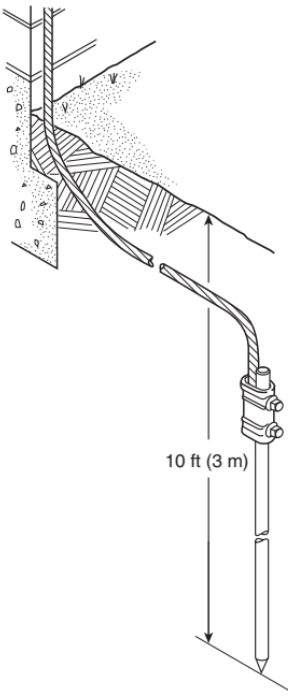
Hệ thống đầu thu sét và dây dẫn sét cần được gia cố làm chắc để không xảy ra đứt đoạn, lỏng lẻo do tác động lực điện từ, lực cơ học ngẫu nhiên như gió.

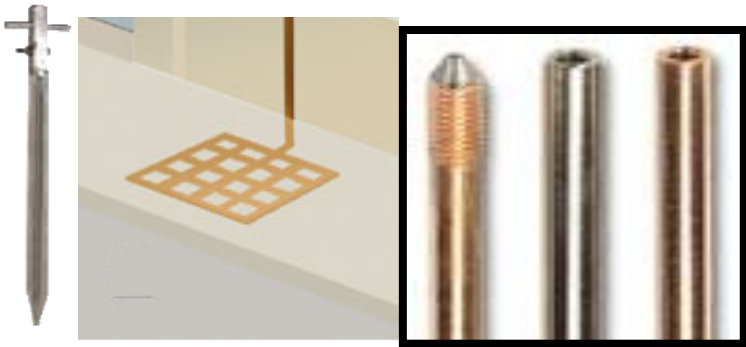
Giảm thiểu số lượng kết nối đến ít nhất có thể. Kết nối được thực hiện bằng các phương pháp hàn, gấn, cho phép cả vắn ốc, kẹp chết.

Dưới đây là bảng tổng hợp hình ảnh, hình vẽ liên quan đến thiết kế, thi công, lắp đặt, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét trên thực tế. Các hình ảnh này giúp người đọc dễ hình dung hơn khi thực hiện chống sét trên thực tế.

Bảng 3.11. Bảng tổng hợp hình ảnh, hình vẽ liên quan đến thi công, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét trên thực tế

	Hệ thống thu sét thường được đặt trên nóc nhà là điểm tiếp xúc với tia sét. Chúng thường bao gồm nhiều kim đặt ở các góc.
---	--

	Chân kim thu sét: lựa chọn đảm bảo độ chắc chắn về cơ học và dẫn điện tốt
	Hệ thống dây xuống có tác dụng dẫn dòng sét đến bộ phận tiếp đất. Chất liệu như đồng, thép, nhôm; Hình dạng của dây dẫn như tròn, bản, đặc, rỗng.
	Kẹp kết nối: Đảm bảo điện trở tiếp xúc thấp, chống ăn mòn, phục vụ kiểm tra điện trở tiếp đất hàng năm
	Thi công 1 đầu tiếp đất thông thường

	Hệ thống tiếp đất có nhiệm vụ thoát dòng sét vào trong đất. Lựa chọn phù hợp với điều kiện môi trường đất tại công trình. Cực tiếp đất có thể dạng kim hoặc dạng bản (lưới hoặc đặc)
	Thanh liên kết đẳng thế (các giắc kết nối và dạng dây)
	Kẹp ống nối đất

3.11. Kiểm tra và bảo trì LPS

3.11.1 Phạm vi kiểm tra

Kiểm tra LPS phải được tiến hành bởi một chuyên gia bảo vệ chống sét có kiến thức phù hợp. Kiểm tra viên phải được cung cấp các báo cáo thiết kế LPS gồm các tài liệu cần thiết về LPS như tiêu chuẩn thiết kế, mô tả thiết kế và các bản vẽ kỹ thuật. Kiểm tra viên LPS cũng phải được cung cấp các báo cáo về việc kiểm tra và bảo trì LPS trước đây.

Tất cả LPS phải được kiểm tra vào những dịp sau đây:

- Trong khi lắp đặt LPS, đặc biệt khi lắp đặt các thành phần bị khuất trong công trình và sẽ trở nên

không tiếp cận được;

- Sau khi hoàn thành lắp đặt LPS;
- Một cách thường xuyên theo Bảng 3.12.

Bảng 3.12 - Thời gian định kỳ tối đa giữa các lần kiểm tra một LPS

Cấp bảo vệ	Kiểm tra trực quan (năm)	Kiểm tra trọn vẹn (năm)	Kiểm tra hoàn chỉnh các tình huống tới hạn ^{a b} (năm)
I và II	1	2	1
III và IV	2	4	1

^a Hệ thống bảo vệ chống sét cho các công trình có rủi ro cháy nổ phải được kiểm tra trực quan cứ 6 tháng.

^b Các tình huống tới hạn có thể bao gồm các công trình có các hệ thống nhạy cảm bên trong, các khu văn phòng, các tòa nhà thương mại hoặc nơi có mặt nhiều người.

Tần suất kiểm tra được đưa ra trong Bảng 3.12 phải áp dụng khi cơ quan có thẩm quyền không xác định yêu cầu cụ thể nào.

Nếu chính quyền hoặc các cơ quan quốc gia yêu cầu các thử nghiệm thường xuyên cho hệ thống điện của công trình, khuyến khích thử nghiệm hệ thống bảo vệ chống sét bên trong bao gồm liên kết đẳng thế với các hệ thống điện cùng thời gian.

LPS phải được kiểm tra trực quan ít nhất hàng năm. Ở một số khu vực mà biến động thời tiết lớn và có các điều kiện thời tiết khắc nghiệt, nên kiểm tra trực quan thường xuyên hơn chỉ định trong Bảng 3.12. Khi LPS là một phần của chương trình bảo trì theo kế hoạch của khách hàng, hoặc là yêu cầu của bảo hiểm thì LPS có thể phải được kiểm tra đầy đủ hàng năm.

Thời gian giữa các lần kiểm tra LPS phải được xác định bằng các yếu tố sau:

- Loại công trình được bảo vệ, nhất là khi liên quan tới hậu quả của hư hại;
- Loại LPS;
- Môi trường địa phương, ví dụ như môi trường khí quyển ăn mòn phải có các khoảng thời gian ngắn giữa các lần kiểm tra;
- Các vật liệu của các thành phần LPS;
- Loại bề mặt để gắn mỗi thành phần LPS;
- Điều kiện thổ nhưỡng và tốc độ ăn mòn liên quan.

Ngoài các yếu tố trên, một LPS phải được kiểm tra bất cứ khi nào có thay đổi hoặc sửa chữa đáng kể được thực hiện và sau bất kỳ lần phóng điện sét đánh lên công trình.

Một kiểm tra và thử nghiệm tổng thể phải được hoàn thành mỗi hai đến bốn năm. Các hệ thống trong điều kiện môi trường tới hạn, ví dụ các bộ phận của LPS tiếp xúc với các ứng suất cơ học mạnh như các dải liên kết linh hoạt ở các vùng gió cao, các SPD trên các đường ống, liên kết ngoài trời của các loại cáp, vv phải có một kiểm tra đầy đủ hàng năm.

Trong hầu hết các khu vực địa lý, và đặc biệt là tại các khu vực có những thay đổi theo mùa khắc nghiệt

về nhiệt độ và lượng mưa, sự biến động của điện trở nổi đất nên được đánh giá bằng cách đo biến đổi của điện trở nổi đất trong các giai đoạn thời tiết khác nhau.

Hệ thống nổi đất phải được xem xét và cải thiện khi các giá trị điện trở đo được cho thấy những thay đổi lớn về điện trở hơn dự đoán khi thiết kế; đặc biệt điện trở tăng đều đặn giữa các lần kiểm tra.

3.11.2. Trình tự kiểm tra

Quy trình kiểm tra

Mục đích của kiểm tra này là để đảm bảo LPS phù hợp với tiêu chuẩn này ở tất cả các khía cạnh.

Việc kiểm tra bao gồm kiểm tra tài liệu hướng dẫn kỹ thuật, kiểm tra trực quan, thử nghiệm và ghi chép trong báo cáo kiểm tra.

Kiểm tra tài liệu kỹ thuật

Tài liệu kỹ thuật phải được kiểm tra về mức độ hoàn chỉnh, phù hợp với tiêu chuẩn này và thống nhất với kế hoạch đã được thực hiện.

Kiểm tra trực quan

Các kiểm tra trực quan phải được thực hiện để xác định:

- Thiết kế phù hợp với tiêu chuẩn này,
- LPS ở trong điều kiện tốt,
- Không có các kết nối lỏng lẻo và không có đứt gãy ngẫu nhiên nào ở các dây dẫn LPS và các mối ghép
- Không có phần hệ thống nào bị suy yếu bởi sự ăn mòn, đặc biệt là trên mặt đất
- Tất cả các kết nối nổi đất có thể nhìn thấy đều nguyên vẹn (chức năng vận hành)
- Tất cả các dây dẫn và các thành phần hệ thống có thể nhìn thấy được bắt chặt vào bề mặt lắp đặt và các thành phần cung cấp khả năng bảo vệ cơ học đều còn nguyên vẹn (chức năng vận hành) và ở đúng vị trí
- Không có bất kỳ các bổ sung hoặc thay đổi nào đối với công trình mà cần được bảo vệ thêm
- Không có dấu hiệu hư hại nào đối với LPS, các SPD hoặc bất kỳ hư hỏng của các cầu chì bảo vệ SPD
- Liên kết đẳng thế đúng được thiết lập cho bất kỳ các dịch vụ hoặc bổ sung mới được thực hiện ở bên trong công trình kể từ lần kiểm tra cuối cùng, và các kiểm tra liên tục được thực hiện cho những bổ sung mới này.
- Có các dây dẫn và các kết nối liên kết bên trong công trình phải có và còn nguyên vẹn (chức năng vận hành)
- Các khoảng cách tách biệt được duy trì,
- Các dây dẫn liên kết, các mối ghép, các thiết bị bảo vệ, dây cáp và các SPD đã được kiểm tra và thử nghiệm.

Kiểm tra

Kiểm tra LPS bao gồm các kiểm tra trực quan và cần được hoàn thành với những nội dung sau đây:

- Thực hiện các thử nghiệm liên tục (Hình 3.8), đặc biệt là tính liên tục của các bộ phận LPS không thể kiểm tra trực quan sau khi lắp đặt xong;
- Thực hiện đo đặc điện trở nối đất của hệ thống đầu tiếp đất. Các phép đo cách ly và kết hợp sau đây phải được thực hiện và kết quả phải được ghi lại trong báo cáo kiểm tra LPS.

a) Điện trở nối đất đo riêng cho mỗi điện cực và đo chung cho toàn bộ hệ thống.

Mỗi điện cực đất riêng lẻ phải được đo cách ly thông qua qua ngắt kết nối ở mỗi ghép thử nghiệm giữa dây dẫn sét và điện cực đất.

Đối với các mạng nối đất kết hợp cả hai thanh nối đất dọc và một phần hoặc toàn bộ điện cực đất vòng, ngắt kết nối và kiểm tra phải được thực hiện tại các hố kiểm tra nối đất. Nếu việc này khó thực hiện, thì việc kiểm tra thường xuyên phải được hoàn thành ở tần số cao hoặc xung.

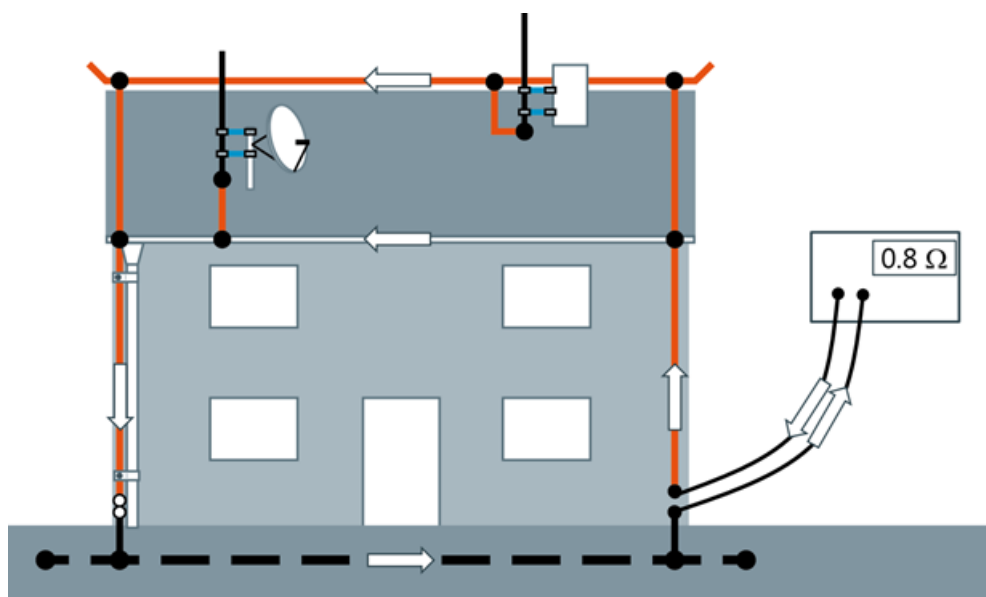
Nếu điện trở tiếp đất của hệ thống đầu tiếp đất có tổng vượt quá $10\ \Omega$, phải thực hiện kiểm tra để xác định. Cần tham khảo ý kiến chuyên gia trong trường hợp này.

Nếu có một sự tăng hoặc giảm giá trị điện trở tiếp đất đáng kể thì phải thực hiện các khảo sát bổ sung để xác định nguyên nhân thay đổi.

b) Ghi lại kết quả kiểm tra trực quan cho tất cả các dây dẫn, các liên kết và các mối ghép và các giá trị đo tính liên tục.

Khi hệ thống đầu tiếp đất không phù hợp với các yêu cầu này, hoặc không thể kiểm tra các yêu cầu vì thiếu thông tin, hệ thống đầu tiếp đất phải được cải thiện bằng cách lắp các điện cực đất bổ sung hoặc lắp một hệ thống đầu tiếp đất mới.

Các SPD không có chỉ thị trực quan cần phải được kiểm tra, tốt nhất là sử dụng các hướng dẫn hoặc thiết bị được cung cấp bởi nhà sản xuất.



Hình 3.8. Kiểm tra tính liên tục

Các phép đo xung hoặc tần số cao có thể và hữu ích để xác định chế độ xung hoặc tần số cao của hệ thống đầu tiếp đất. Các phép đo này có thể được thực hiện ở giai đoạn lắp đặt cũng như bảo trì định kỳ

hệ thống nối đất để kiểm tra việc thiết kế hệ thống nối đất so với yêu cầu đề ra đã đạt hay chưa.

Tài liệu kiểm tra

Các chỉ dẫn kiểm tra LPS phải được chuẩn bị trước khi thực hiện. Cần có đủ thông tin để chỉ dẫn cho kiểm tra viên ghi nhận được tất cả các phần quan trọng như phương pháp lắp đặt LPS, các loại và tình trạng của các thành phần LPS, các phương pháp kiểm tra, thử nghiệm và ghi đúng các dữ liệu kiểm tra thu được.

Kiểm tra viên phải lập một báo cáo kiểm tra LPS, được lưu giữ cùng với các báo cáo thiết kế LPS và các báo cáo kiểm tra và bảo trì LPS được lập trước đó.

Báo cáo kiểm tra LPS phải có các thông tin sau:

- Các điều kiện chung của các dây dẫn đầu thu sét, và các thành phần đầu thu sét khác;
- Mức ăn mòn chung và điều kiện bảo vệ chống ăn mòn;
- An toàn của các phụ kiện của các dây dẫn và các bộ phận của LPS;
- Các phép đo điện trở nối đất của hệ thống đầu tiếp đất;
- Sai lệch bất kỳ so với các yêu cầu của tiêu chuẩn này;
- Tài liệu về tất cả các thay đổi và mở rộng của LPS và bất kỳ sự thay đổi nào của công trình. Ngoài ra, các bản vẽ xây dựng LPS và mô tả thiết kế LPS cần được xem lại;
- Các kết quả thực hiện các kiểm tra, thử nghiệm.

3.11.3 Bảo trì

LPS cần được bảo trì thường xuyên để đảm bảo rằng nó không bị hỏng hóc mà vẫn tiếp tục thực hiện đầy đủ các yêu cầu như thiết kế ban đầu. Việc thiết kế một LPS phải xác định chu kỳ bảo trì và kiểm tra cần thiết.

Chương trình bảo trì LPS phải đảm bảo cập nhật liên tục LPS theo phiên bản hiện tại của tiêu chuẩn này.

Các nhân xét chung

Các thành phần LPS có xu hướng mất hiệu quả của chúng hàng năm do ăn mòn, hư hại liên quan đến thời tiết, hư hại cơ khí và hư hại do sét đánh.

Các chương trình kiểm tra và bảo trì phải được quy định bởi một cơ quan, nhà thiết kế LPS hoặc lắp đặt viên LPS, kết hợp với các chủ sở hữu công trình hoặc đại diện được chỉ định.

Để thực hiện công việc bảo trì và thực hiện kiểm tra LPS phải phối hợp hai chương trình, kiểm tra và bảo trì.

Việc bảo trì LPS rất quan trọng, mặc dù có thể nhà thiết kế LPS đã tính toán các biện pháp phòng ngừa đặc biệt để bảo vệ chống ăn mòn, định cỡ các thành phần LPS chống lại hư hỏng do sét đánh và các yếu tố thời tiết tốt hơn các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Các đặc trưng cơ và điện của LPS phải được duy trì đầy đủ trong suốt toàn bộ vòng đời của LPS để phù hợp với các yêu cầu thiết kế của tiêu chuẩn này.

Có thể cần phải sửa đổi LPS nếu có những sửa đổi được thực hiện trên công trình, thay đổi thiết bị hoặc

mục đích sử dụng công trình bị thay đổi.

Nếu kiểm tra cho thấy việc sửa chữa là cần thiết, các sửa chữa phải được thực hiện không chậm trễ và không được trì hoãn cho đến chu kỳ bảo trì tiếp theo.

Quy trình bảo trì

Các chương trình bảo trì định kỳ phải được thiết lập cho tất cả các LPS.

Tần suất của quy trình bảo trì phụ thuộc vào những điều sau đây:

- Thời tiết và suy thoái môi trường có liên quan;
- Tiếp xúc với hư hại do sét đánh thực tế;
- Cấp bảo vệ quy định cho công trình.

Các quy trình bảo trì LPS phải được thiết lập cho mỗi LPS cụ thể và phải trở thành một phần của chương trình bảo trì tổng thể cho công trình.

Một chương trình bảo trì phải bao gồm danh sách các mục kiểm tra thường lệ để các quy trình bảo trì cụ thể được tuân thủ thường xuyên nhằm có thể so sánh các kết quả gần đây với các kết quả trước đó.

Một chương trình bảo trì nên có các điều khoản sau:

- Kiểm tra tất cả các dây dẫn LPS và các thành phần hệ thống;
- Kiểm tra tính dẫn điện liên tục của các trang bị LPS;
- Đo điện trở nối đất của hệ thống đầu tiếp đất;
- Kiểm tra các thiết bị SPD;
- Kiểm tra việc bắt chặt lại các thành phần và các dây dẫn;
- Xác minh để đảm bảo hiệu quả của LPS không bị giảm sau khi bổ sung hoặc thay đổi cấu trúc và các thiết bị lắp đặt.

Tài liệu hướng dẫn bảo trì

Cần lưu giữ hồ sơ đầy đủ về tất cả các quy trình bảo trì và bao gồm các hành động khắc phục đã thực hiện hoặc yêu cầu.

Hồ sơ quy trình bảo trì cần cung cấp phương tiện để đánh giá các thành phần LPS và việc lắp đặt LPS.

Hồ sơ bảo trì LPS phải là cơ sở để xem xét các quy trình bảo trì cũng như để cập nhật các chương trình bảo trì. Hồ sơ bảo trì LPS cần được lưu giữ cùng với thiết kế LPS và các báo cáo kiểm tra LPS.

4. BẢO VỆ HỆ THỐNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ

Ngoài khả năng đánh thẳng trực tiếp vào công trình, tác động thứ cấp của sét (lan truyền, cảm ứng) có ảnh hưởng lớn tới hệ thống bên trong (thiết bị điện, điện tử, viễn thông) của công trình do điện áp làm việc của những thiết bị này nhỏ.

Bảo vệ các hệ thống bên trong khỏi tác động của sét có thể ngăn chặn các vấn đề như: mất hoặc dữ liệu bị phá hủy; thiệt hại thiết bị; các công việc sửa chữa cho các trạm từ xa và tự động; dừng sản xuất; tổn thất về tính mạng con người trong trường hợp bảo vệ thiết bị y tế trong bệnh viện.

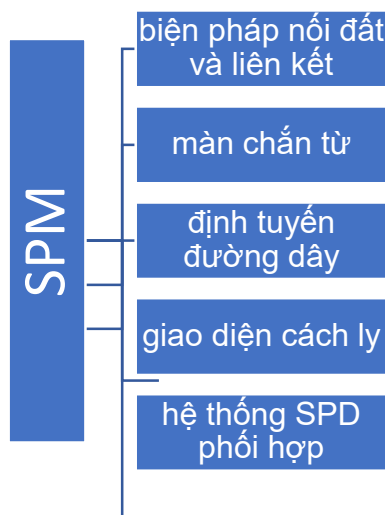
TCVN 9888-4:2013 cung cấp thông tin cho việc thiết kế, lắp đặt, kiểm tra và bảo trì các biện pháp bảo

vệ chống sét (SPM) cho các hệ thống điện/điện tử bên trong một công trình chống lại các tác động của xung sét điện từ (LEMP).

4.1. Nguyên tắc chung

Nguyên tắc chung của bảo vệ chống tác động thứ cấp của sét là thực hiện phân vùng bảo vệ. Sau đó, ở ranh giới các vùng cần thực hiện các biện pháp che chắn, kết nối (liên kết), tiếp đất, lắp đặt thiết bị chống sốc điện áp (thiết bị SPD hay còn gọi là cắt lọc sét).

Một số kỹ thuật SPM là các giải pháp không thể thiếu để giảm thiểu rủi ro do sét gây nên cho hệ thống điện, điện tử. Trên Hình 4.1 là sơ đồ các biện pháp bảo vệ SPM.



Hình 4.1. Sơ đồ các biện pháp bảo vệ SPM

Các giải pháp này bổ trợ cho nhau. Cần kết hợp tốt 5 biện pháp SPM trên để chống sét lan truyền và cảm ứng một cách hiệu quả. Ngoài ra còn có một số giải pháp bổ sung bao gồm mở rộng hệ thống chống sét cho công trình và vị trí lắp đặt thiết bị.

Lựa chọn các biện pháp SPM hiệu quả về kỹ thuật và kinh tế được thực hiện khi đánh giá rủi ro theo TCVN 9888-2:2013. Trong các phần dưới đây sẽ trình bày các vấn đề thiết kế, thi công, kiểm tra và bảo trì SPM.

4.2. Phân vùng bảo vệ (LPZ)

Khoảng không gian trong đó có thiết bị điện và điện tử được chia thành các vùng có mức độ bảo vệ khác nhau (xem hình 4.2). Vùng được đặc trưng bởi sự biến đổi căn bản các thông số điện từ tại điểm phân cách. Quy ước đánh số vùng: 0, 1, 2, ... Số thứ tự càng cao tương ứng với giá trị trường điện từ, dòng điện giảm.

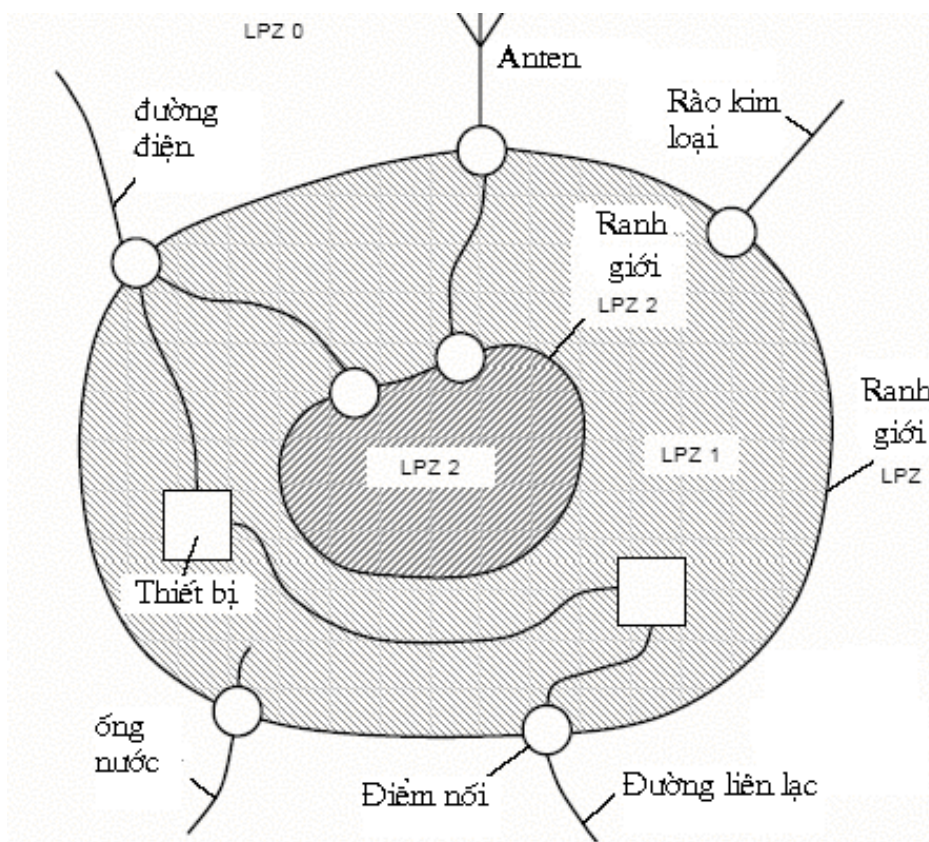
Vùng LPZ 0A: vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của sét đánh thẳng ví dụ như khu vực nóc mái nhà, đỉnh cột anten. Ở đây trường điện từ có giá trị lớn nhất.

Vùng LPZ 0B: vùng không bị sét đánh thẳng (ví dụ như các tường mặt bên của công trình) nhưng trường điện từ vẫn có giá trị lớn nhất.

Vùng 1: thiết bị nằm trong vùng này không bị sét đánh thẳng và dòng trên các vật dẫn nhỏ hơn vùng LPZ 0B. Trong vùng này trường điện từ có thể yếu đi nhờ màn chắn điện từ. Ví dụ cụ thể của vùng này như

điểm đi vào của đường điện, viễn thông hoặc nơi lắp đặt tủ điện chính.

Các vùng tiếp theo khác: các vùng tiếp theo 2, 3,... được xác định nếu thấy cần thiết giảm dòng, điện áp và trường điện từ cho những đối tượng cần bảo vệ.



Hình 4.2. Nguyên tắc phân vùng bảo vệ chống sét

Trên hình 4.2 thể hiện ví dụ về việc phân chia vùng đến vùng 2. Các đường chỉ khả năng dẫn sét vào như đường điện, ống nước, đường liên lạc, anten... Tương tự như vậy có thể thực hiện phân vùng bảo vệ sâu hơn nếu thấy cần thiết.

Các yếu tố cần xem xét khi thực hiện phân vùng:

- Mức độ nhạy cảm của thiết bị: Các thiết bị điện tử có mức độ nhạy cảm khác nhau với xung điện từ (LEMP). Các thiết bị nhạy cảm hơn sẽ cần được bảo vệ trong các vùng LPZ có mức độ bảo vệ cao hơn.
- Loại công trình: Loại công trình ảnh hưởng đến mức độ nguy hiểm của môi trường điện từ trong từng vùng. Ví dụ, tòa nhà cao tầng sẽ có mức độ nguy hiểm cao hơn so với nhà thấp tầng.
- Biện pháp bảo vệ chống sét: Hệ thống bảo vệ chống sét bên ngoài (LPS) và các biện pháp bảo vệ bên trong (SPM) được áp dụng sẽ ảnh hưởng đến mức độ bảo vệ của từng vùng LPZ.

Quy trình phân vùng có thể thực hiện theo các bước sau:

1. Xác định ranh giới công trình: Xác định rõ ràng ranh giới của công trình cần bảo vệ.
2. Phân loại các nguồn gây thiệt hại: Xác định loại nguồn sét đánh có thể ảnh hưởng đến công trình.
3. Phân tích mức độ nghiêm trọng của môi trường điện từ: Dựa trên các nguồn gây thiệt hại và đặc điểm

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

của công trình, xác định mức độ nghiêm trọng của môi trường điện từ trong từng khu vực.

4. Phân chia vùng LPZ: Chia công trình thành các vùng LPZ dựa trên mức độ nghiêm trọng của môi trường điện từ được xác định ở bước 3.
5. Xác định biện pháp bảo vệ: Dựa trên mức độ nghiêm trọng của môi trường điện từ trong từng vùng LPZ, lựa chọn các biện pháp bảo vệ phù hợp.
6. Bố trí thiết bị: Bố trí các thiết bị điện tử vào các vùng LPZ phù hợp với mức độ nhạy cảm của chúng.

Ví dụ minh họa:

Công trình: Một văn phòng cao tầng với trung tâm dữ liệu (server room).

Nguồn gây thiệt hại:

- Sét đánh trực tiếp vào tòa nhà (S1).
- Sét đánh gần tòa nhà (S2).
- Sét đánh trực tiếp vào đường dây điện (S3).
- Sét đánh gần đường dây điện (S4).

Phân chia vùng LPZ:

- LPZ 0: Bao gồm khu vực bên ngoài tòa nhà.
- LPZ 1: Bao gồm các khu vực: Sảnh, hành lang, vườn, sân
- LPZ 2: Bao gồm các khu vực: Văn phòng
- LPZ 3: Bao gồm khu vực: Trung tâm dữ liệu

Biện pháp bảo vệ:

LPZ 0: Không cần bảo vệ.

LPZ 1:

- Lắp đặt LPS Class III (bao gồm thu sét, dẫn sét và nối đất) để giảm thiểu tác động của sét đánh trực tiếp và gần.
- Áp dụng các biện pháp chống sét gián tiếp, ví dụ như nối đất cho các cấu trúc kim loại bên ngoài.

LPZ 2:

- Thực hiện liên kết đẳng thế và cách ly điện (tùy theo nhu cầu) để giảm thiểu tác động của LEMP.
- Lắp đặt SPD cho các thiết bị điện và mạng nội bộ.

LPZ 3:

- Áp dụng các biện pháp chống sét gián tiếp, ví dụ như nối đất cho các cấu trúc kim loại bên ngoài.
- Thực hiện liên kết đẳng thế và cách ly điện để giảm thiểu tác động của LEMP.
- Sử dụng SPD cho các thiết bị điện và mạng nội bộ.
- Áp dụng các biện pháp bảo vệ đặc biệt cho trung tâm dữ liệu:

- + Lắp đặt màn chắn từ (magnetic shield) để giảm thiểu tác động của trường điện từ bức xạ.
- + Sử dụng cáp che chắn (shielded cable) cho các đường dây kết nối với server.
- + Áp dụng các biện pháp cách ly và giảm thiểu tác động của sét đánh gần.
- + Sử dụng các thiết bị UPS để bảo vệ server khỏi bị mất điện đột ngột.

Ghi chú: trên đây là ví dụ minh họa cho các giải pháp SPM. Việc tính toán đánh giá các giải pháp này dựa trên tính toán rủi ro đã nêu ở chương 2 Hướng dẫn này.

4.3. Biện pháp màn chắn và định tuyến đường dây

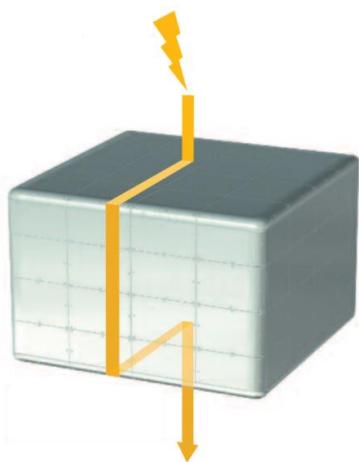
4.3.1. Nhận xét chung

Màn chắn từ có thể giảm trường điện từ cũng như biên độ của các đột biến cảm ứng bên trong. Việc định tuyến thích hợp của các đường dây bên trong cũng có thể giảm thiểu biên độ của các đột biến cảm ứng bên trong. Cả hai biện pháp này đều có hiệu quả trong việc giảm các hư hỏng vĩnh viễn cho các hệ thống bên trong.

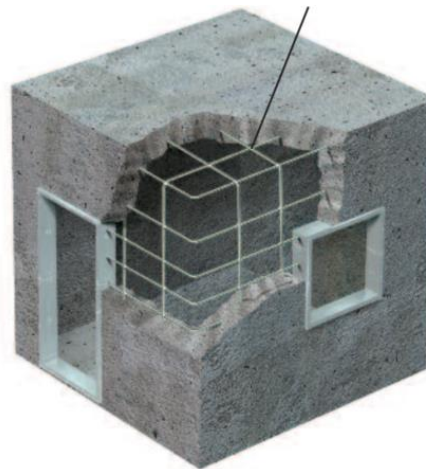
Có thể dùng các cấu trúc kim loại để làm màn chắn. Tất cả các cấu trúc lưới có thể làm màn chắn. Để làm giảm ảnh hưởng của sóng điện từ, tất cả các thành phần kim loại được nối với nhau và nối với hệ thống tiếp đất. Có thể thực hiện các biện pháp như màn chắn ngoài, đi dây cáp hợp lý, dùng cáp bọc hay cho cáp vào trong ống kim loại đối với cáp điện hay cáp thông tin. Nếu trong vùng bảo vệ có cáp bọc thì cần phải nối vỏ bọc với hệ thống chống sét ở hai đầu ranh giới vùng.

4.3.2. Màn chắn không gian

Các màn chắn không gian xác định vùng được bảo vệ, mà vùng này có thể bao phủ toàn bộ công trình, một phần công trình, một phòng duy nhất hoặc chỉ là vỏ thiết bị. Các màn chắn này có thể là dạng lưới hoặc là các màn chắn kim loại liền, hoặc là các thành phần tự nhiên của bản thân công trình như bê tông cốt thép và các kết cấu kim loại khác. Màn chắn hiệu quả yêu cầu ô lưới 5 m x 5 m hoặc càng nhỏ càng tốt. Xem trong bảng 2.16 các hệ số K_{S1}, K_{S2} tính toán P_M phụ thuộc vào kích thước ô lưới.



Lồng kim loại Faraday lý tưởng



Kết cấu bê tông có thể tạo ra màn chắn cho toàn bộ công trình khi thực hiện hàn, liên kết tốt giữa các thanh cốt thép

Hình 4.3. Màn chắn không gian

Các màn chắn không gian thích hợp để bảo vệ một vùng xác định của công trình hơn là bảo vệ một số thiết bị riêng lẻ. Nên có kế hoạch lắp đặt các màn chắn không gian ngay trong giai đoạn đầu của thiết kế một công trình mới hoặc một hệ thống bên trong mới. Việc cải tạo hệ thống lắp đặt đã có thể làm tăng chi phí và việc lắp đặt khó khăn hơn.

Phụ lục A của TCVN 9888-4:2013 cung cấp thông tin để đánh giá môi trường điện từ bên trong LPZ, việc đánh giá này có thể được sử dụng cho việc bảo vệ chống LEMP. Đánh giá này cũng thích hợp cho việc bảo vệ chống nhiễu điện từ.

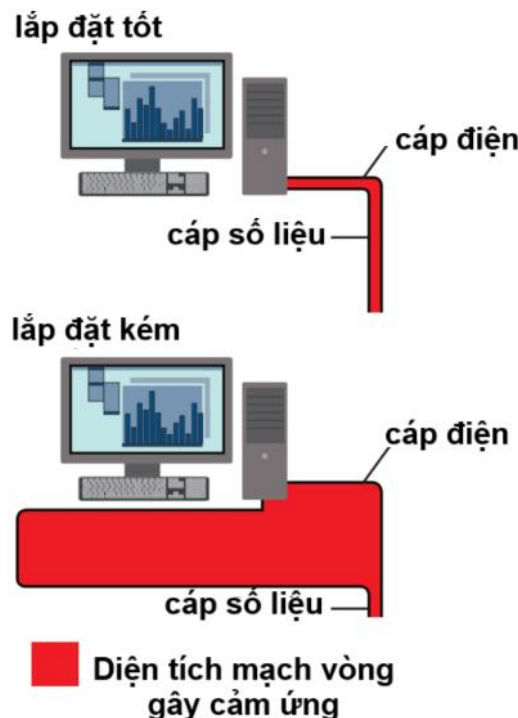
4.3.3. Che chắn cho các đường dây bên trong

Việc che chắn có thể chỉ được sử dụng cho các cáp và thiết bị của các hệ thống cần bảo vệ; màn chắn bằng kim loại của cáp, các đường ống cáp bằng kim loại khép kín và các vỏ kim loại của thiết bị được sử dụng cho mục đích này. Xem trong bảng 2.16 hệ số K_{S3} ảnh hưởng đến tính toán P_M

4.3.4. Định tuyến các đường dây bên trong

Việc định tuyến thích hợp cho các đường dây bên trong sẽ giảm thiểu các mạch vòng cảm ứng và giảm được việc tạo ra các điện áp đột biến bên trong công trình. Diện tích mạch vòng này có thể được giảm thiểu bằng cách định tuyến cho cáp gần với các phần sẵn có của kết cấu mà chúng đã được nối đất và/hoặc bằng cách cho các đường dây điện và dây tín hiệu đi cùng với nhau (hình dưới).

Lưu ý có thể vẫn cần có khoảng cách giữa các đường dây điện và các đường dây tín hiệu không được che chắn để tránh nhiễu.



Hình 4.4. Diện tích mạch vòng cảm ứng

4.3.5. Che chắn cho các đường dây bên ngoài

Che chắn cho các đường dây bên ngoài đi vào công trình bao gồm màn chắn cáp, các đường ống cáp

bằng kim loại khép kín và các đường ống cáp trong bê tông kết nối với cốt thép. Việc che chắn cho các đường dây bên ngoài là có ích nhưng thường không phải là trách nhiệm của người hoạch định SPM (vì thường thì chủ sở hữu các đường dây bên ngoài là nhà cung cấp mạng).

4.3.6. Vật liệu và kích thước của các màn chắn từ

Tại biên của LPZ 0_A và LPZ 1, vật liệu và kích thước của các màn chắn từ (ví dụ như các màn chắn không gian dạng lưới, màn chắn cáp và vỏ của thiết bị) phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN 9888-3 (IEC 62305-3) đối với dây thu sét và/hoặc dây dẫn sét. Cụ thể là:

- Chiều dày nhỏ nhất của các phần kim loại dạng tấm, đường ống kim loại, màn chắn cáp phải phù hợp với Bảng 4.1 dưới đây

Bảng 4.1 – Chiều dày nhỏ nhất của vật liệu làm màn chắn

Cấp LPS	Vật liệu	Độ dày ^a t (mm)	Độ dày ^b t' (mm)
I đến IV	Chì	-	2,0
	Thép (thép không gỉ hoặc thép mạ)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Đồng	5	0,5
	Nhôm	7	0,65
	Kẽm	-	0,7
^a t chống xuyên thủng ^b t' chỉ dành cho các tấm kim loại nếu việc tránh xuyên thủng qua tấm kim loại hoặc việc xem xét tới sự bắt cháy của vật liệu dễ cháy nằm bên dưới là không quan trọng			

- Bố trí màn chắn không gian dạng lưới và tiết diện nhỏ nhất của các dây dẫn của nó phải phù hợp với bảng 3.4 hướng dẫn này.

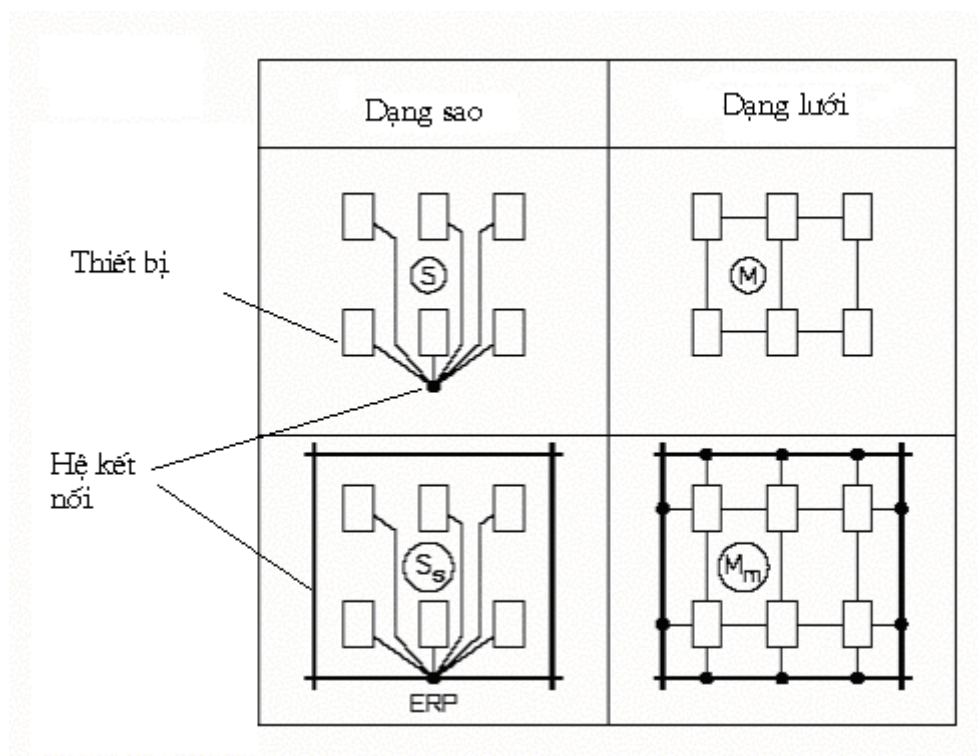
Kích thước của các màn chắn từ không được thiết kế để dẫn dòng sét thì không yêu cầu phải phù hợp với các yêu cầu trên:

- Tại biên của các LPZ 1/2 hoặc cao hơn với điều kiện là khoảng cách ly s giữa màn chắn từ và LPS được đảm bảo,
- Tại biên của LPZ bất kỳ, nếu số lượng các trường hợp nguy hiểm N_D do sét đánh vào kết cấu là không đáng kể, tức là $N_D < 0,01$ trong một năm.

4.4. Biện pháp nối đất và kết nối (liên kết)

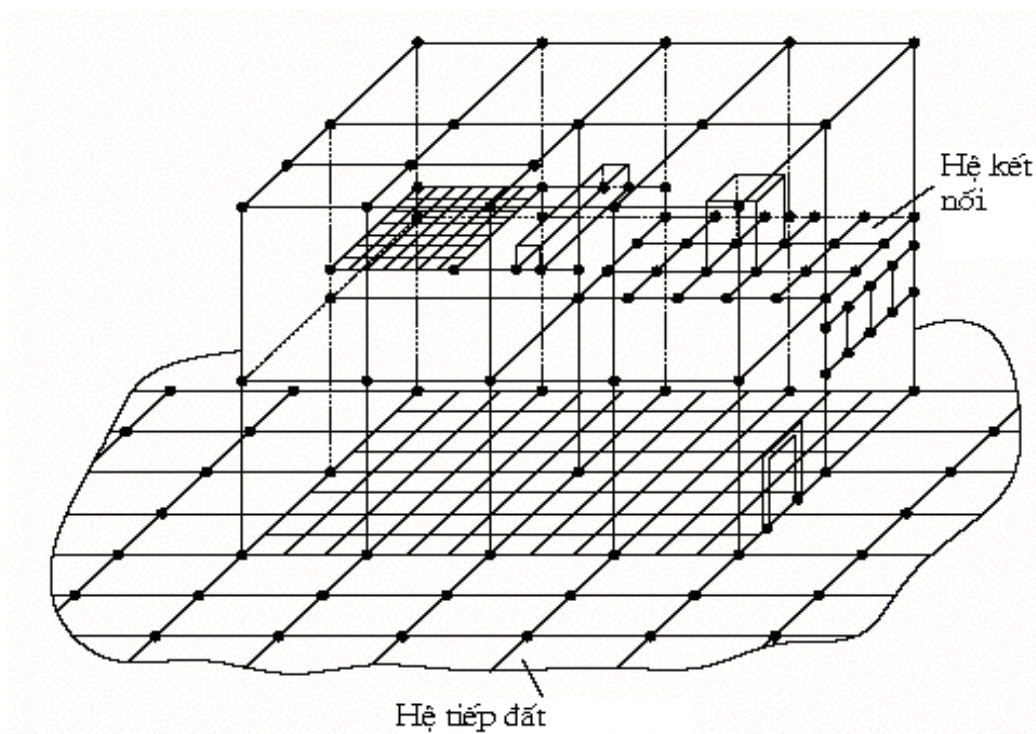
Hệ thống đầu tiếp đất tiêu tán dòng điện sét vào đất. Kết nối giữa các thành phần kim loại nhằm làm giảm chênh lệch điện thế giữa chúng. Nâng cao chất lượng hệ thống tiếp đất giúp bảo vệ thiết bị chống quá điện áp do sét gây ra.

Kết nối được thực hiện ở ranh giới các vùng và ở trong vùng khi ở đó có những thành phần kim loại kéo dài. Việc kết nối với thiết bị được thực hiện theo dạng hình sao hay hình lưới (Hình 4.5).



Hình 4.5. Kết nối thiết bị với Hệ thống

Các kết nối phải đảm bảo độ bền cơ học, chống ăn mòn và điện trở tiếp xúc thấp.



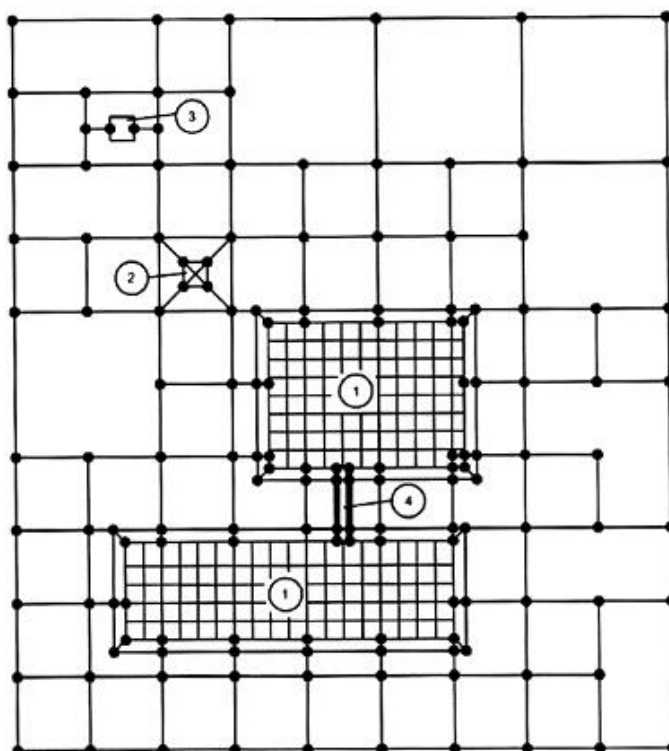
Hình 4.6. Hệ thống tiếp đất và kết nối

Để không tạo điện thế nguy hiểm, người ta tạo các mạng liên kết và tạo thành mạng liên kết chung (Hình 4.6). Liên kết giữa tiếp đất và kết nối tạo nên hệ thống giảm thiểu điện thế chênh lệch giữa một điểm bất

kỳ trong công trình với thiết bị.

Trong các công trình chỉ có hệ thống điện, cho phép sử dụng bố trí nối đất kiểu A nhưng ưu tiên sử dụng bố trí nối đất kiểu B. Trong công trình có hệ thống điện tử, khuyến cáo sử dụng bố trí nối đất kiểu B.

Điện cực đất vòng xung quanh công trình hoặc điện cực đất vòng trong bê tông (Điện cực đất móng) ở đường bao của móng cần được tích hợp với mạng lưới bên dưới và xung quanh công trình, mắt lưới có chiều rộng thông thường là 5 m. Điều này cải thiện đáng kể đặc tính của hệ thống đầu tiếp đất. Nếu nền bê tông cốt thép của móng tạo thành mạng liên kết tốt và được nối với hệ thống đầu tiếp đất thường cứ cách nhau 5 m thì điều này cũng chấp nhận được. Ví dụ về hệ thống đầu tiếp đất dạng lưới của một nhà máy được cho trong Hình 4.7.



CHÚ DẪN

- 1 tòa nhà với mạng lưới của bê tông cốt thép
- 2 tháp ở bên trong nhà máy
- 3 thiết bị đứng độc lập
- 4 máng cáp

Hình 4.7 - Hệ thống đầu tiếp đất dạng lưới của nhà máy

Để giảm chênh lệch điện thế giữa hai hệ thống bên trong, có thể cần thiết trong một số trường hợp đặc biệt để cách ly các hệ thống nối đất, có thể áp dụng các phương pháp dưới đây:

- Một số dây liên kết song song chạy trong cùng một tuyến với các cáp điện, hoặc cáp được chạy trong các đường ống bê tông cốt thép (hoặc các đường ống kim loại được liên kết liên tục), mà đã được tích hợp vào cả hai hệ thống đầu tiếp đất;
- Cáp được bảo vệ bằng màn chắn có tiết diện đủ, và được nối với các hệ thống nối đất riêng biệt ở cả hai đầu.

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Các thanh liên kết được lắp đặt để liên kết:

- Tất cả các dịch vụ dẫn đi vào LPZ (trực tiếp hoặc thông qua SPD thích hợp),
- Dây nối đất bảo vệ PE,
- Các bộ phận kim loại của hệ thống bên trong (tủ bảng điện, vỏ máy, giá đỡ),
- Các màn chắn từ của LPZ tại chu vi hoặc bên trong kết cấu.
- Các quy tắc lắp đặt sau là quan trọng đối với liên kết hiệu quả:
 - Tiêu chí cơ bản cho tất cả các mạng liên kết đó là mạng liên kết có trở kháng thấp;
 - Thanh liên kết cần được nối với hệ thống nối đất qua một tuyến ngắn nhất có thể;
 - Vật liệu và kích thước của các thanh liên kết và của dây dẫn liên kết phải có Tiết diện nhỏ nhất của các bộ phận liên kết phải phù hợp với Bảng 4.2 dưới đây;
 - SPD cần phải được lắp đặt theo cách sao cho có thể sử dụng các đầu nối ngắn nhất có thể đến thanh liên kết và đến các dây dẫn mang điện để giảm thiểu sụt áp do cảm ứng.
 - Ở phía được bảo vệ của mạch điện (phía sau của SPD), các ảnh hưởng cảm ứng lẫn nhau cần được giảm thiểu bằng cách giảm thiểu diện tích các vòng hoặc sử dụng cáp hoặc đường ống cáp được bảo vệ.

Bảng 4.2 - Tiết diện nhỏ nhất của các bộ phận liên kết

Bộ phận liên kết		Vật liệu ^a	Tiết diện ^b mm
Các thanh liên kết (đồng, thép mạ đồng hoặc thép mạ kẽm)		Cu, Fe	50
Dây dẫn nối từ các thanh liên kết đến hệ thống đất hoặc đến các thanh liên kết khác (mang toàn bộ hoặc một phần dòng điện sét)		Cu	16
		Al	25
		Fe	50
Dây dẫn nối từ hệ thống lắp đặt kim loại bên trong đến các thanh liên kết (mang một phần dòng điện sét)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Dây dẫn nối đất cho SPD (mang toàn bộ hoặc một phần lớn dòng điện sét) ^c	Cấp I	Cu	16
	Cấp II		6
	Cấp III		1
	Các SPD khác ^d		1

^a Khi sử dụng các vật liệu khác thì tiết diện phải đảm bảo điện trở tương đương.

^b Ở một số nước, cho phép sử dụng kích thước dây dẫn nhỏ hơn với điều kiện là đáp ứng các yêu cầu về nhiệt và về cơ - xem Phụ lục D của TCVN 9888-1:2013 (IEC 62305-1:2010).

^c Đối với các SPD sử dụng trong các ứng dụng cấp điện, thông tin bổ sung để nối các dây dẫn được cho trong TCVN 7447-5-53 (IEC 60364-5-53) và IEC 61643-12.

^d Các SPD khác bao gồm cả các SPD sử dụng trong hệ thống viễn thông và truyền tín hiệu.

Trong trường hợp xác định LPZ, phải có liên kết cho tất cả các phần kim loại và dịch vụ kim loại (ví dụ các đường ống kim loại, đường dây điện hoặc đường dây tín hiệu) đi xuyên qua biên của LPZ.

Liên kết của các dịch vụ đi vào LPZ 1 cần được thảo luận với các nhà cung cấp dịch vụ có liên quan (ví dụ như các cơ quan quản lý hệ thống điện hoặc hệ thống viễn thông) vì có thể sẽ có những yêu cầu mâu thuẫn nhau.

Liên kết phải được thực hiện thông qua các thanh liên kết, các thanh này được đặt gần nhất có thể với điểm đi vào tại đường biên.

Trong trường hợp có thể, các dịch vụ nên đi vào LPZ ở cùng một vị trí và được nối với cùng một thanh liên kết. Nếu các dịch vụ đi vào LPZ ở những vị trí khác nhau, mỗi dịch vụ phải được nối với một thanh liên kết và các thanh liên kết này phải được nối với nhau. Để làm điều này thì nên dùng một thanh liên kết dạng vòng (vòng dẫn).

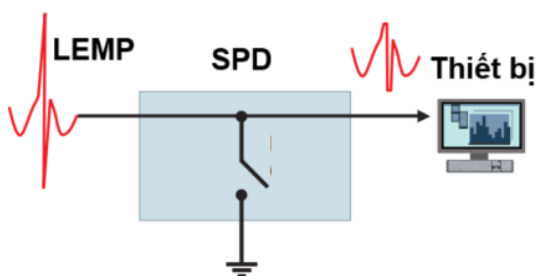
Luôn yêu cầu phải có SPD liên kết đẳng thế tại lối vào của LPZ để liên kết các đường dây đi vào, mà các đường dây này đã được nối với các hệ thống bên trong của LPZ, với thanh liên kết. Sử dụng LPZ liên kết hoặc mở rộng có thể giảm số lượng các SPD cần thiết.

Cáp được bảo vệ hoặc đường ống cáp kim loại được liên kết tại biên của mỗi LPZ, có thể được sử dụng để liên kết một vài LPZ cùng cấp để tạo thành một LPZ hoặc để mở rộng một LPZ đến biên tiếp theo.

4.5. Lắp đặt thiết bị chống sốc điện áp SPD

Việc bảo vệ các hệ thống bên trong chống đột biến đòi hỏi sự tiếp cận có tính hệ thống bao gồm các SPD phối hợp cho cả đường dây điện và đường dây tín hiệu. Quy tắc cho việc lựa chọn và lắp đặt hệ thống SPD phối hợp là giống nhau trong cả hai trường hợp (Phụ lục C TCVN 9888-4:2013).

Thiết bị chống sốc điện (SPD- Surge Protection Device) tiện lợi cho việc lắp đặt so với sử dụng các biện pháp che chắn, nhất là đối với các công trình đã có, nâng cấp hay sửa chữa. Nguyên lý hoạt động của SPD là chuyển dòng quá áp xuống đất bảo vệ thiết bị (Hình 4.8).



Chỉ dẫn: khi có dòng sét, van sẽ đóng lại và chuyển dòng điện sét xuống đất

Hình 4.8. Nguyên lý hoạt động của thiết bị SPD

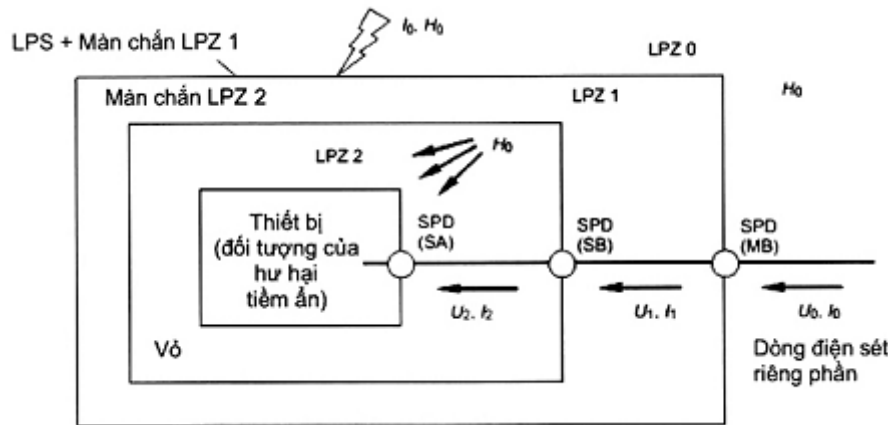
Dòng điện quá áp có thể xảy ra giữa bất kỳ sự kết hợp nào của các dây dẫn - từ pha sang trung tính, từ pha sang đất và từ trung tính sang đất đối với nguồn điện chính, và từ dây dẫn sang dây dẫn, từ dây dẫn sang màn chắn/đất đối với các đường truyền dữ liệu, viễn thông và tín hiệu. Trong trường hợp điện áp vượt quá ngưỡng điện áp hoạt động của SPD, SPD sẽ:

- Dẫn năng lượng xuống đất: Năng lượng quá áp sẽ được chuyển xuống đất để tiêu tán.
- Phân phối năng lượng đến các dây dẫn hoạt động khác: Năng lượng quá áp được chia sẻ cho các dây dẫn khác để giảm thiểu tác hại.

SPD phải có khả năng chịu đựng được mức dòng điện và thời gian quá áp tại điểm lắp đặt. Thông

thường các thiết bị SPD được phối hợp với nhau gọi là hệ thống SPD phối hợp.

SPD phối hợp đơn giản có nghĩa là một chuỗi các SPD được lắp đặt trong công trình (từ SPD chống sét dòng lớn ở đầu vào dịch vụ cho đến SPD quá áp để bảo vệ thiết bị đầu cuối), chúng bổ sung cho nhau để mọi tác động của LEMP (sóng điện từ do sét gây ra) đều bị triệt tiêu hoàn toàn.



CHÚ DẪN:

— ranh giới được bảo vệ

— ranh giới không được bảo vệ

Các SPD có thể được đặt ở các điểm sau:

- Tại đường biên của LPZ 1 (ví dụ ở bảng phân phối chính MB);
- Tại đường biên của LPZ 2 (ví dụ ở bảng phân phối phụ SB);
- Tại thiết bị hoặc gần thiết bị (ví dụ ở ổ cắm điện đầu ra SA).

Hình 4.9 - SPM chỉ sử dụng hệ thống SPD phối hợp - Thiết bị được bảo vệ chống các đột biến dẫn ($U_2 \ll U_0$ và $I_1 \ll I_0$) nhưng không chống trường từ bức xạ (H_0)

Ba loại SPD được định nghĩa trong TCVN 9888:2013 và các tiêu chuẩn khác liên quan về bảo vệ chống sét:

- SPD Loại 1 (đường điện) - SPD được kiểm định loại D (dữ liệu, tín hiệu, viễn thông): Được khuyến nghị để bảo vệ các thiết bị điện khỏi các xung điện do sét đánh trực tiếp gây ra. Loại SPD này có thể phóng điện áp từ dây dẫn nối đất sang các dây dẫn mạng, bảo vệ chống lại hiện tượng phóng tia lửa điện và thường được gọi là SPD dòng sét/đẳng thế. Loại kiểm định B cũng áp dụng cho SPD đầu vào dịch vụ cho các đường dây dữ liệu, tín hiệu và viễn thông.
- SPD Loại 2 (đường điện) - SPD được kiểm định loại C1 (dữ liệu, tín hiệu, viễn thông): SPD chống quá áp được khuyến nghị để bảo vệ thiết bị khỏi quá điện áp do sét đánh gián tiếp và sự kiện chuyển mạch gây ra.
- SPD Loại 3 (đường điện) - SPD được kiểm định loại C2 (dữ liệu, tín hiệu, viễn thông): Loại SPD này

có khả năng phóng điện thấp và được lắp đặt cục bộ cho thiết bị đầu cuối để bảo vệ các thiết bị nhạy cảm hoặc quan trọng. Chúng chỉ nên được lắp đặt bổ sung cho SPD loại 2 (đường điện) loại 2 hoặc SPD được kiểm định loại C1 cho các đường dây dữ liệu, tín hiệu và viễn thông.

Thiết bị SPD được lắp đặt tại các điểm giao cắt các dạng cấp điện lực, tín hiệu, viễn thông ở ranh giới các vùng LPZs (Hình 4.9). Các thiết bị được bố trí sao cho phân phối điện áp giữa chúng tương ứng với sức chịu đựng của chúng và với khả năng chịu đựng của thiết bị cần bảo vệ.

Về cơ bản, các SPD đặt tại giao diện giữa bên ngoài và bên trong công trình (SPD 0/1 chuyển tiếp giữa LPZ 0 và LPZ 1) sẽ chịu tác động chính của LEMP (dòng sét một phần từ hệ thống chống sét và/hoặc đường dây trên không). Phần quá điện áp còn lại sẽ được kiểm soát ở mức an toàn bởi các SPD phối hợp tiếp theo (SPD 1/2 chuyển tiếp giữa LPZ 1 và LPZ 2).

Nếu các SPD không được phối hợp tốt, một SPD có thể bị quá tải và hỏng hóc, gây ảnh hưởng đến toàn bộ hệ thống và các thiết bị kết nối.

Yêu cầu về thiết bị SPD là thiết bị chống sét phải được các cơ quan chức năng thẩm định với yêu cầu kỹ thuật tuân theo các bộ tiêu chuẩn như của IEC, IEEE và ITU. Thiết bị SPD nên trang bị bộ phận hiển thị hoặc cảnh báo trạng thái làm việc.

Phụ lục C của TCVN 9888-4:2013 mô tả các nguyên tắc và lý thuyết chi tiết về phối hợp SPD, phụ thuộc vào các yếu tố như công nghệ SPD, mặc dù trong thực tế, các nhà sản xuất SPD cũng cung cấp hướng dẫn lắp đặt để đảm bảo việc phối hợp tốt được thực hiện.

Đối với các quy định chi tiết về lắp đặt, xem thêm TCVN 7447-5-53 (IEC 60364-5-53).

Các SPD hiện đại có thể kết hợp nhiều chức năng trong một thiết bị, giúp đơn giản hóa việc lắp đặt và bảo trì. Ví dụ như SPD kết hợp loại 1+2+3 cho nguồn điện xoay chiều, vì chúng thực hiện hiệu quả nguyên tắc phối hợp trong một đơn vị bảo vệ duy nhất.

Trên hình 4.10 là hình ảnh thiết bị cắt lọc sét thông thường sử dụng chống sét bảo vệ đường điện và đường tín hiệu.



Hình 4.10. Thiết bị cắt lọc sét đường nguồn và đường tín hiệu

Bảng 4.3. Một số lưu ý và ví dụ khi lắp đặt SPD

104

loại vượt qua chu vi của một LPZ phải được liên kết trực tiếp hoặc thông qua các SPD phù hợp. Lưu ý rằng máy biến áp trên nguồn điện cao áp (HV) được đặt bên trong công trình. Các biện pháp bảo vệ thích hợp ở phía HV thường bị hạn chế bởi nhà cung cấp điện. Vấn đề được giải quyết bằng cách mở rộng LPZ 0 vào LPZ 1 bằng ống dẫn cáp kim loại được liên kết phù hợp và bảo vệ phía hạ áp bằng các SPD loại 1 nối đất cân bằng điện thế.

4.6. Giao diện cách ly

Giao diện cách ly có thể được sử dụng để giảm ảnh hưởng của LEMP. Việc bảo vệ các giao diện cách ly này chống quá điện áp có thể đạt được bằng cách sử dụng các SPD. Mức chịu đựng của giao diện cách ly và mức bảo vệ điện áp U_p của SPD phải phù hợp với cấp quá điện áp của IEC 60664-1.

4.7. Thiết kế, thi công và bảo trì SPM

4.7.1. Quy định chung

Để có được hệ thống bảo vệ hiệu quả và hợp lý về chi phí, việc thiết kế cần phải được thực hiện trong giai đoạn thiết kế và trước khi xây dựng. Điều này cho phép tối ưu hóa việc sử dụng các thành phần sẵn có của kết cấu và lựa chọn sự thỏa hiệp tốt nhất cho bố trí cáp và vị trí đặt thiết bị.

Để cải tạo các kết cấu sẵn có, chi phí cho SPM thường cao hơn so với chi phí cho kết cấu mới. Tuy nhiên, có thể giảm thiểu chi phí bằng cách lựa chọn LPZ hợp lý, sử dụng các hệ thống lắp đặt sẵn có hoặc bằng cách nâng cấp chúng.

Bảo vệ SPM hợp lý chỉ có thể đạt được nếu:

- Các điều khoản được xác định bởi các chuyên gia về bảo vệ chống sét,
- Có sự phối hợp tốt giữa các chuyên gia về xây dựng và các chuyên gia về SPM (ví dụ như các kỹ sư xây dựng và các kỹ sư điện),
- Tuân thủ kế hoạch quản lý.

SPM phải được bảo trì bằng cách kiểm tra và bảo trì. Sau khi có các thay đổi liên quan đến công trình hoặc biện pháp bảo vệ, cần tiến hành lại việc đánh giá rủi ro.

4.7.2. Kế hoạch quản lý thiết kế và lắp đặt SPM

Lập kế hoạch và phối hợp các SPM đòi hỏi phải có một kế hoạch quản lý (xem Bảng 4.4), bắt đầu với đánh giá rủi ro ban đầu (TCVN 9888-2 (IEC 62305-2)) để xác định các biện pháp bảo vệ cần thiết nhằm giảm rủi ro đến mức chấp nhận được. Để đạt được điều này, phải xác định các vùng bảo vệ chống sét.

Dựa vào LPL được xác định trong TCVN 9888-1 (IEC 62305-1), và các biện pháp bảo vệ cần áp dụng, phải thực hiện các bước sau:

- Phải triển khai hệ thống nối đất gồm mạng liên kết và hệ thống đầu tiếp đất;
- Phần kim loại bên ngoài và các dịch vụ đi vào phải được nối trực tiếp hoặc thông qua SPD thích hợp;
- Hệ thống bên trong phải được tích hợp vào mạng liên kết;
- Có thể thực hiện màn chắn không gian kết hợp với định tuyến đường dây và che chắn đường dây;
- Phải xác định các yêu cầu đối với hệ thống SPD phối hợp;
- Phải xác định sự phù hợp của giao diện cách ly;

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

- Đối với các hệ thống sẵn có, cần các biện pháp đánh giá và phân tích dựa trên các thông tin và khảo sát bổ sung.

Sau đó tỷ số chi phí/lợi ích của biện pháp bảo vệ được chọn cần được tính toán lại và được tối ưu hóa bằng cách sử dụng các phương pháp đánh giá rủi ro.

Bảng 4.4 - Kế hoạch quản lý SPM đối với các công trình mới và đối với các thay đổi lớn trong xây dựng hoặc sử dụng công trình

Bước	Mục đích	Được thực hiện bởi
Phân tích rủi ro ban đầu ^a	Kiểm tra sự cần thiết của bảo vệ chống LEMP Nếu cần, chọn SPM thích hợp sử dụng phương pháp đánh giá rủi ro Kiểm tra sự giảm rủi ro sau mỗi biện pháp bảo vệ được áp dụng	Chuyên gia bảo vệ chống sét ^b Chủ nhà
Phân tích rủi ro kết thúc ^a	Tỷ số chi phí/lợi ích đối với biện pháp bảo vệ được chọn cần được tối ưu hóa bằng cách sử dụng lại đánh giá rủi ro. Khi đó xác định được: - LPZ và các tham số của sét - LPZ và các biên của chúng	Chuyên gia bảo vệ chống sét ^b Chủ nhà
Lập kế hoạch SPM	Xác định SPM: - Biện pháp màn chắn không gian - Mạng liên kết - Hệ thống đầu tiếp đất - Che chắn và định tuyến đường dây - Hệ thống SPD phối hợp - Giao diện cách ly	Chuyên gia bảo vệ chống sét ^b Chủ nhà Kiến trúc sư Nhà thiết kế các hệ thống bên trong Nhà thiết kế các hệ thống lắp đặt liên quan
Thiết kế SPM	Các bản vẽ và mô tả chung Chuẩn bị danh sách các nhà thầu Các bản vẽ chi tiết và thời gian biểu cho việc lắp đặt	Kỹ sư hoặc tương đương
Lắp đặt SPM cùng với giám sát	Chất lượng của hệ thống lắp đặt Hồ sơ, tài liệu Có thể xem xét chỉnh sửa lại các bản vẽ chi tiết	Chuyên gia bảo vệ chống sét Người lắp đặt SPM Kỹ sư Chuyên gia giám sát
Phê duyệt SPM	Kiểm tra và báo cáo về tình trạng của hệ thống	Chuyên gia bảo vệ chống sét độc lập Chuyên gia giám sát
Kiểm tra lại	Đảm bảo tính hợp lý của SPM	Chuyên gia bảo vệ chống sét Chuyên gia giám sát

^a Xem TCVN 9888-2 (IEC 62305-2)
^b Có kiến thức sâu rộng về EMC và kiến thức về thực tế lắp đặt.

4.7.3. Kiểm tra SPM

Quy định chung

Kiểm tra bao gồm xem xét các tài liệu kỹ thuật, kiểm tra trực quan và phép đo/thử nghiệm. Mục đích của việc kiểm tra nhằm xác minh rằng

- SPM phù hợp với thiết kế,
- SPM có khả năng thực hiện các chức năng theo thiết kế,
- Biện pháp bảo vệ bổ sung mới bất kỳ được tích hợp đúng vào SPM.

Phải tiến hành kiểm tra

- Trong suốt quá trình lắp đặt SPM,
- Sau khi lắp đặt SPM,
- Định kỳ,
- Sau khi có sự thay đổi các thành phần liên quan đến SPM,
- Có thể sau khi sét đánh vào công trình (ví dụ như khi được chỉ ra bởi bộ đếm sét, hoặc khi có người làm chứng đã nhìn thấy sét đánh vào công trình, hoặc khi có bằng chứng nhìn thấy được rằng công trình bị hư hại do sét).

Phải xác định tần suất kiểm tra định kỳ có lưu ý đến

- Môi trường tại vị trí lắp đặt, ví dụ như các điều kiện về đất ăn mòn hoặc khí quyển ăn mòn,
- Kiểu biện pháp bảo vệ được sử dụng.

Trong trường hợp không có một yêu cầu cụ thể nào từ các cơ quan có thẩm quyền thì nên sử dụng các giá trị cho trong Bảng 3.12 tài liệu hướng dẫn này.

Quy trình kiểm tra

Xem xét tài liệu kỹ thuật

Sau khi lắp đặt các biện pháp SPM mới, các tài liệu kỹ thuật phải được xem xét sự phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan và sự hoàn thiện của chúng. Do vậy, các tài liệu kỹ thuật phải được cập nhật liên tục, ví dụ sau khi thay đổi hoặc mở rộng SPM.

Kiểm tra trực quan

Kiểm tra trực quan phải được tiến hành để xác nhận rằng

- Không có sự rơi lỏng bất kỳ hoặc nứt/vỡ ngẫu nhiên trong các dây dẫn và mối nối.
- Không có phần nào của hệ thống bị yếu do ăn mòn, đặc biệt là ở mức mặt đất,
- Dây liên kết và màn chắn cáp không bị hư hại và được nối với nhau,
- Không có bổ sung hoặc thay đổi nào đòi hỏi thêm các biện pháp bảo vệ,
- Không có dấu hiệu nào cho thấy các SPD và các cầu chảy hoặc dao cách ly của chúng bị hư hại,
- Duy trì định tuyến đường dây hợp lý,
- Duy trì được khoảng cách an toàn đến màn chắn không gian.

Phép đo:

Phép đo sự liên tục về điện cần được tiến hành trên các phần của hệ thống nối đất và hệ thống liên kết,

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

các phần này không nhìn thấy được để kiểm tra.

Nếu SPD không có các chỉ dẫn trực quan (cờ báo), phép đo cần được tiến hành theo các hướng dẫn của nhà chế tạo để xác minh trạng thái hoạt động của nó, khi cần.

Tài liệu kiểm tra

Tài liệu hướng dẫn kiểm tra cần được chuẩn bị để tạo thuận lợi cho quá trình kiểm tra. Tài liệu hướng dẫn cần chứa các thông tin đầy đủ để hỗ trợ người kiểm tra hoàn thành công việc của họ, vì vậy phải lập tài liệu kiểm tra có chứa tất cả các khía cạnh của hệ thống lắp đặt và các bộ phận của hệ thống, các phương pháp thử nghiệm và số liệu thử nghiệm đã được ghi lại.

Người kiểm tra phải chuẩn bị bản báo cáo mà sẽ được đính kèm với tài liệu kỹ thuật và các báo cáo kiểm tra trước đó. Báo cáo kiểm tra phải chứa các thông tin bao gồm:

- Tình trạng chung của SPM,
- Sai khác bất kỳ so với tài liệu kỹ thuật,
- Kết quả của các phép đo đã thực hiện.

4.7.4. Bảo trì

Sau khi kiểm tra, tất cả các sai sót đã chỉ ra phải được sửa chữa ngay. Nếu cần, phải cập nhật các tài liệu kỹ thuật.

Phụ Lục 1. Số liệu về mật độ sét đánh tại các địa danh của Việt Nam

Mật độ sét đánh được lấy trong QCVN 02:2022/BXD như sau

Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km²*năm))
1. An Giang	TP. Long Xuyên, TP. Châu Đốc, TX. Tân Châu, H. An Phú, H. Châu Phú, H. Châu Thành, H. Chợ Mới, H. Tân Phú, H. Thoại Sơn, H. Tri Tôn, H. Tịnh Biên	13,7
2. Bà Rịa - Vũng Tàu	TP. Vũng Tàu, TP. Bà Rịa, H. Côn Đảo, H. Long Điền, H. Đất Đỏ, H. Xuyên Mộc	8,2
	H. Tân Thành, H. Châu Đức	10,9
3. Bắc Kạn	TP. Bắc Kạn, H. Ba Bể, H. Bạch Thông, H. Chợ Mới, H. Na Rì, H. Ngân Sơn, H. Pắc Nặm	8,2
	H. Chợ Đồn	10,9
4. Bắc Giang	TP. Bắc Giang, H. Hiệp Hoà, H. Lạng Giang, H. Lục Nam, H. Lục Ngạn, H. Sơn Động, H. Tân Yên, H. Việt Yên, H. Yên Dũng, H. Yên Thế	8,2
5. Bắc Ninh	TP. Bắc Ninh, H. Gia Bình, H. Lương Tài, H. Quế Võ, H. Yên Phong	8,2
	TP. Từ Sơn, H. Tiên Du, H. Thuận Thành	10,9
6. Bạc Liêu	TP. Bạc Liêu	10,9
	TX. Giá Rai, H. Đông Hải, H. Hồng Dân, H. Phước Long, H. Vĩnh Lợi, H. Hòa Bình	13,7
7. Bến Tre	TP. Bến Tre, H. Châu Thành, H. Chợ Lách, H. Giồng Trôm, H. Mỏ Cày Nam, H. Mỏ Cày Bắc	13,7
	H. Thạnh Phú, H. Ba Tri, H. Bình Đại	10,9
8. Bình Định	TP. Quy Nhơn, H. Tuy Phước	5,7
	H. An Lão, TX. An Nhơn, H. Hoài Ân, TX. Hoài Nhơn, H. Phù Cát, H. Phù Mỹ, H. Tây Sơn, H. Vân Canh, H. Vĩnh Thạnh	8,2
9. Bình Dương	TP. Thủ Dầu Một, TP. Dĩ An, TX. Tân Uyên, TP. Thuận An, H. Bắc Tân Uyên	13,7
	TX. Bến Cát, H. Dầu Tiếng, H. Phú Giáo, H. Bàu Bàng	14,9
10. Bình Phước	TP. Đồng Xoài, TX. Bình Long, H. Chơn Thành, H. Đồng Phú, H. Hớn Quản	14,9
	H. Bù Đốp, H. Bù Đăng, H. Lộc Ninh, TX. Phước Long, H. Bù Gia Mập	13,7
11. Bình Thuận	TP. Phan Thiết, TX. La Gi, H. Hàm Tân, H. Hàm Thuận Bắc, H. Hàm Thuận Nam, H. Tánh Linh	8,2
	H. Đức Linh	10,9
	H. Phú Quý	7,0
	H. Bắc Bình	5,7

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km²*năm))
	H. Tuy Phong	3,4
12. Cà Mau	TP. Cà Mau, H. U Minh, H. Thới Bình, H. Trần Văn Thời, H. Cái Nước, H. Đầm Dơi, H. Phú Tân, H. Năm Căn, H. Ngọc Hiển	13,7
13. Cao Bằng	TP. Cao Bằng, H. Bảo Lạc, H. Bảo Lâm, H. Hà Quảng, H. Hạ Lang, H. Hòa An, H. Nguyên Bình, H. Phục Hoà, H. Quảng Uyên, H. Thạch An, H. Thông Nông, H. Trà Lĩnh, H. Trùng Khánh	9,2
14. Cần Thơ	Q. Bình Thủy, Q. Cái Răng, Q. Ninh Kiều, Q. Ô Môn, H. Cờ Đỏ, H. Phong Điền, Q. Thốt Nốt, H. Vĩnh Thạnh, H. Thới Lai	13,7
15. Đà Nẵng	Q. Cẩm Lệ, Q. Hải Châu, Q. Liên Chiểu, Q. Ngũ Hành Sơn, Q. Sơn Trà, Q. Thanh Khê, H. Hòa Vang	8,2
	H. Hoàng Sa	7,0
16. Đắk Lắk	TP. Buôn Ma Thuột, TX. Buôn Hồ, H. Buôn Đôn, H. Ea Súp, H. Cư M'Gar, H. Ea H'Leo, H. Krông Búk, H. Krông Năng	13,7
	H. Krông Păk, H. Krông Ana, H. Lắk, H. Krông Bông, H. Ea Kar, H. Cư Kuin	10,9
	H. M'Drăk	8,2
17. Điện biên	TP. Điện Biên Phủ, H. Điện Biên, H. Điện Biên Đông	8,2
	TX. Mường Lay, H. Mường Chà, H. Mường Nhé, H. Tủa Chùa, H. Tuần Giáo, H. Mường Ảng, H. Nậm Pồ	10,9
18. Đắk Nông	TP. Gia Nghĩa, H. Krông Nô	10,9
	H. Đắk Mil, H. Đắk R' Lấp, H. Đắk Song, H. Cư Jút, H. Tuy Đức, H. Đắk Glong	13,7
19. Đồng Nai	TP. Biên Hòa, H. Long Thành, H. Nhơn Trạch, H. Vĩnh Cửu, H. Trảng Bom	13,7
	TP. Long Khánh, H. Tân Phú, H. Định Quán, H. Thống Nhất	10,9
	H. Xuân Lộc, H. Cẩm Mỹ	8,2
20. Đồng Tháp	TP. Cao Lãnh, H. Lấp Vò, TP. Sa Đéc, H. Tân Hồng, H. Tam Nông, H. Tháp Mười, TX. Hồng Ngự, H. Cao Lãnh, H. Thanh Bình, H. Lai Vung, H. Châu Thành, H. Hồng Ngự	13,7
21. Gia Lai	TX. An Khê, H. Chư Păh, H. Ia Grai, H. Mang Yang, H. Đăk Đoa, H. Đăk Pơ, H. Kông Chro	8,2
	TP. Pleiku, H. K'Bang, H. Ia Pa, H. Đức Cơ, H. Krông Pa	10,9
	H. Chư Prông, H. Chư Sê, TX. Ayun Pa, H. Chư Pưh	13,7
22. Hà Giang	TP. Hà Giang, H. Bắc Mê, H. Bắc Quang, H. Quản Bạ, H. Vị Xuyên,	10,9
	H. Hoàng Su Phì, H. Mèo Vạc, H. Quang Bình, H. Xín Mần, H. Đồng Văn, H. Yên Minh	8,2

Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km ² *năm))
23. Hà Nam	TP. Phủ Lý, H. Kim Bảng, H. Thanh Liêm, TX. Duy Tiên	10,9
	H. Bình Lục, H. Lý Nhân	8,2
24. Hà Nội	Q. Ba Đình, Q. Cầu Giấy, Q. Đống Đa, Q. Hai Bà Trưng, Q. Hoàng Mai, Q. Hoàn Kiếm, Q. Long Biên, Q. Tây Hồ, Q. Thanh Xuân, Q. Bắc Từ Liêm, Q. Nam Từ Liêm, H. Gia Lâm, H. Thanh Trì, H. Đông Anh, Q. Hà Đông, TX. Sơn Tây, H. Ba Vì, H. Chương Mỹ, H. Mỹ Đức, H. Phú Xuyên, H. Thanh Oai, H. Thường Tín, H. Ứng Hòa	10,9
	H. Sóc Sơn, H. Phúc Thọ, H. Đan Phượng, H. Thạch Thất, H. Quốc Oai, H. Hoài Đức, H. Mê Linh	8,2
25. Hà Tĩnh	TP. Hà Tĩnh, H. Cẩm Xuyên, H. Can Lộc, H. Đức Thọ, H. Hương Sơn, TX. Kỳ Anh, H. Nghi Xuân, H. Thạch Hà, H. Vũ Quang, H. Kỳ Anh, TX. Hồng Lĩnh, H. Lộc Hà	8,2
	H. Hương Khê	10,9
26. Hậu Giang	H. Châu Thành, H. Phụng Hiệp	10,9
	TP. Vị Thanh, H. Vị Thủy, H. Long Mỹ, H. Châu Thành A, TX. Long Mỹ, TX. Ngã Bảy	13,7
27. Hải Dương	TP. Hải Dương, H. Bình Giang, H. Cẩm Giàng, TP. Chí Linh, H. Gia Lộc, H. Nam Sách, H. Ninh Giang, H. Thanh Miện	8,2
	TX. Kinh Môn, H. Kim Thành, H. Thanh Hà, H. Tứ Kỳ	10,9
28. Hải Phòng	Q. Hồng Bàng, Q. Kiến An, Q. Lê Chân, Q. Ngô Quyền, H. An Dương, H. An Lão, H. Bạch Long Vĩ, H. Thủy Nguyên, Q. Dương Kinh	10,9
	Q. Hải An, Q. Đồ Sơn, H. Tiên Lãng, H. Vĩnh Bảo, H. Kiến Thụy, H. Cát Hải	8,2
29. Hoà Bình	TP. Hòa Bình, H. Đà Bắc, H. Kim Bôi, Kỳ Sơn, H. Lạc Thủy, H. Lương Sơn, H. Mai Châu	10,9
	H. Cao Phong, H. Tân Lạc, H. Lạc Sơn, H. Yên Thủy	13,7
30. Hưng Yên	TP. Hưng Yên, H. Phù Cừ, H. Tiên Lữ	8,2
	H. Ân Thi, H. Khoái Châu, H. Kim Động, TX. Mỹ Hào, H. Văn Giang, H. Văn Lâm, H. Yên Mỹ	10,9
31. Khánh Hoà	TP. Nha Trang	3,4
	TP. Cam Ranh, H. Diên Khánh, H. Vạn Ninh, TX. Ninh Hòa, H. Cam Lâm	5,7
	H. Khánh Sơn, H. Khánh Vĩnh	8,2
	H. Trường Sa	7,0
32. Kiên Giang	TP. Rạch Giá, TP. Hà Tiên, H. An Biên, H. An Minh, H. Châu Thành, H. Giồng Riềng, H. Gò Quao, H. Hòn Đất, H. Kiên Hải, H. Kiên Lương, H. Tân Hiệp, H. Vĩnh Thuận, H. Giang Thành, H. U Minh Thượng	13,7

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km ² *năm))
	H. Phú Quốc	7,0
33. Kon Tum	TP. Kom Tum, H. Kon Plông, H. Kon Rẫy, H. Đăk Glei, H. Đăk Hà, H. Sa Thầy, H. Ia H'Drai	8,2
	H. Đăk Tô, H. Ngọc Hồi, H. Tu Mơ Rông	5,7
34. Lâm Đồng	TP. Đà Lạt, H. Đam Rông, H. Đơn Dương, H. Đức Trọng, H. Lâm Hà	10,9
	TP. Bảo Lộc, H. Bảo Lâm, H. Cát Tiên, H. Di Linh	8,2
	H. Đạ Huoai, H. Đạ Tẻh	5,7
	H. Lạc Dương	13,7
35. Lào Cai	TP. Lào Cai, TX. Sa Pa, H. Bắc Hà, H. Bát Xát, H. Mường Khương, H. Si Ma Cai	8,2
	H. Bảo Thắng, H. Bảo Yên, H. Văn Bàn	10,9
36. Lạng Sơn	TP. Lạng Sơn, H. Bắc Sơn, H. Bình Gia, H. Cao Lộc, H. Chi Lăng, H. Đình Lập, H. Hữu Lũng, H. Lộc Bình, H. Tràng Định, H. Văn Lãng, H. Văn Quan	8,2
37. Lai Châu	TP. Lai Châu, H. Mường Tè, H. Phong Thổ, H. Sìn Hồ, H. Tam Đường, H. Than Uyên, H. Nậm Nhùn, H. Tân Uyên	8,2
38. Long An	TP. Tân An, H. Bến Lức, H. Cần Đước, H. Cần Giuộc, H. Châu Thành, H. Đức Hòa, H. Tân Trụ, H. Tân Hưng, H. Tân Thạnh, H. Thủ Thừa	13,7
	H. Đức Huệ, H. Mộc Hóa, H. Thạnh Hóa, H. Vĩnh Hưng	14,9
39. Nam Định	TP. Nam Định, H. Giao Thủy, H. Hải Hậu, H. Mỹ Lộc, H. Nam Trực, H. Nghĩa Hưng, H. Trực Ninh, H. Vụ Bản, H. Xuân Trường, H. Ý Yên	8,2
40. Nghệ An	TP. Vinh, TX. Cửa Lò, TX. Hoàng Mai, TX. Thái Hòa, H. Hưng Nguyên, H. Nam Đàn, H. Thanh Chương, H. Đô Lương, H. Yên Thành, H. Quỳnh Lưu, H. Diễn Châu, H. Nghi Lộc	8,2
	H. Anh Sơn, H. Con Cuông, H. Nghĩa Đàn, H. Tân Kỳ, H. Tương Dương, H. Kỳ Sơn, H. Quế Phong	10,9
	H. Quỳnh Châu, H. Quỳnh Hợp	13,7
41. Ninh Bình	TP. Ninh Bình, TP. Tam Điệp, H. Hoa Lư, H. Kim Sơn, H. Yên Khánh, H. Yên Mô	8,2
	H. Gia Viễn, H. Nho Quan	10,9
42. Ninh Thuận	TP. Phan Rang - Tháp Chàm, H. Ninh Phước, H. Thuận Nam	1,4
	H. Bác Ái, H. Ninh Sơn, H. Thuận Bắc	5,7
	H. Ninh Hải	3,4
43. Phú Thọ	TP. Việt Trì, TX. Phú Thọ, H. Đoan Hùng, H. Hạ Hoà, H. Lâm Thao, H. Phù Ninh, H. Cẩm Khê, H. Tam Nông, H. Thanh Ba, H. Thanh Sơn, H. Thanh Thủy, H. Yên Lập, H. Tân Sơn	10,9

Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km ² *năm))
44. Phú Yên	TP. Tuy Hòa	3,4
	H. Đông Xuân, H. Sông Hinh, H. Sơn Hòa	8,2
	H. Phú Hòa, TX. Sông Cầu, H. Tuy An, H. Tây Hòa, H. Đông Hòa	5,7
45. Quảng Bình	TP. Đồng Hới, TX. Ba Đồn, H. Bố Trạch, H. Lệ Thủy, H. Minh Hóa, H. Quảng Ninh, H. Quảng Trạch	8,2
	H. Tuyên Hóa	10,9
46. Quảng Nam	TP. Tam Kỳ, TP. Hội An, H. Bắc Trà My, H. Duy Xuyên, H. Đại Lộc, TX. Điện Bàn, H. Nam Trà My, H. Phú Ninh, H. Núi Thành, H. Quế Sơn, H. Thăng Bình, H. Tiên Phước, H. Hiệp Đức	8,2
	H. Đông Giang, H. Nam Giang, H. Phước Sơn, H. Tây Giang, H. Nông Sơn	10,9
47. Quảng Ngãi	TP. Quảng Ngãi, H. Bình Sơn, TX. Đức Phổ, H. Lý Sơn, H. Mộ Đức, H. Nghĩa Hành, H. Tư Nghĩa, H. Sơn Tịnh	8,2
	H. Ba Tơ, H. Minh Long, H. Sơn Hà, H. Sơn Tây, H. Trà Bồng	10,9
48. Quảng Ninh	TP. Hạ Long, TP. Uông Bí, TX. Đông Triều, TX. Quảng Uyên, H. Bình Liêu	8,2
	TP. Móng Cái, H. Ba Chẽ, H. Cô Tô, H. Đầm Hà, H. Hải Hà, H. Hoành Bồ, H. Tiên Yên, H. Vân Đồn, TP. Cẩm Phả	10,9
49. Quảng Trị	TP. Đông Hà, H. Cam Lộ, H. Cồn Cỏ, H. Gio Linh, H. Hướng Hóa, H. Vĩnh Linh	8,2
	TX. Quảng Trị, H. Đa Krông, H. Hải Lăng, H. Triệu Phong	10,9
50. Sơn La	TP. Sơn La, H. Bắc Yên, H. Mai Sơn, H. Mộc Châu, H. Mường La, H. Phù Yên, H. Quỳnh Nhai, H. Sông Mã, H. Sốp Cộp, H. Thuận Châu, H. Yên Châu, H. Vân Hồ	10,9
51. Sóc Trăng	TP. Sóc Trăng, H. Cù Lao Dung, H. Kế Sách, H. Long Phú, H. Mỹ Xuyên, TX. Vĩnh Châu, H. Trần Đề	10,9
	H. Mỹ Tú, TX. Ngã Năm, H. Thạnh Trị, H. Châu Thành	13,7
52. Tây Ninh	TP. Tây Ninh, H. Châu Thành, TX. Hòa Thành, H. Tân Biên, H. Tân Châu	13,7
	H. Gò Dầu, TX. Trảng Bàng, H. Bến cầu, H. Dương Minh Châu	14,9
53. Thái Bình	TP. Thái Bình, H. Đông Hưng, H. Hưng Hà, H. Kiến Xương, H. Quỳnh Phụ, H. Thái Thụy, H. Tiền Hải, H. Vũ Thư	8,2
54. Thái Nguyên	TP. Thái Nguyên, H. Định Hóa, H. Đồng Hỷ, TX. Phổ Yên, H. Phú Bình, H. Phú Lương, H. Võ Nhai, TP. Sông Công, H. Đại Từ	8,2
55. Thanh Hoá	TP. Thanh Hóa, TX. Bẩm Sơn, TP. Sầm Sơn, H. Đông Sơn, H. Hà Trung, H. Hậu Lộc, H. Hoằng Hóa, H. Như Thanh, H. Như Xuân, H. Nông Cống, H. Nga Sơn, H. Thiệu Hóa, H. Thọ Xuân, H. Quảng Xương, TX. Nghi Sơn, H. Triệu Sơn, H. Vĩnh Lộc,	8,2

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

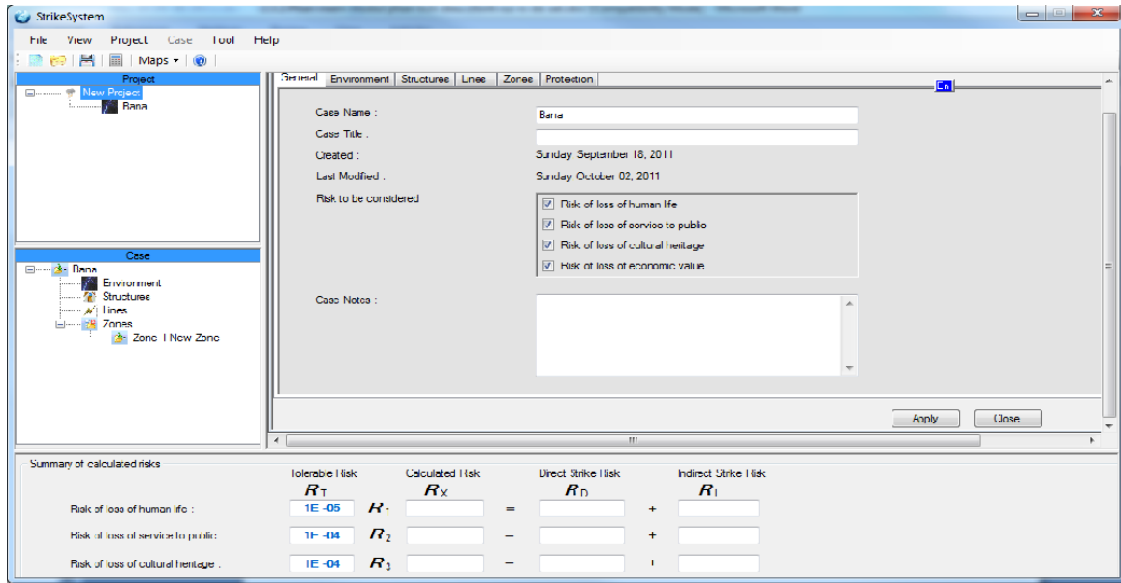
Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/(km²*năm))
	H. Yên Định	
	H. Bá Thước, H. Thạch Thành	13,7
	H. Lang Chánh, H. Mường Lát, H. Quan Hóa, H. Quan Sơn, H. Thường Xuân, H. Ngọc Lặc, H. Cẩm Thủy	10,9
56. Thừa Thiên Huế	TP. Huế, H. Phong Điền, H. Phú Lộc, H. Phú Vang, H. Quảng Điền	10,9
	H. A Lưới, TX. Hương Trà, TX. Hương Thủy, H. Nam Đông	13,7
57. Tiền Giang	TP. Mỹ Tho, TX. Gò Công, H. Cái Bè, TX. Cai Lậy, H. Châu Thành, H. Tân Phước, H. Chợ Gạo, H. Gò Công Đông, H. Gò Công Tây	13,7
58. TP. Hồ Chí Minh	TP. Thủ Đức, Quận 1, Quận 3, Quận 4, Quận 5, Quận 6, Quận 7, Quận 8, Quận 10, Quận 11, Quận 12, Q. Tân Phú, Q. Bình Tân, Q. Bình Thạnh, Q. Gò Vấp, Q. Phú Nhuận, Q. Tân Bình, H. Bình Chánh, H. Nhà Bè, H. Hóc Môn	13,7
	H. Cần Giờ	10,9
	H. Củ Chi	14,9
59. Trà Vinh	TP. Trà Vinh, H. Càng Long	13,7
	TX. Duyên Hải, H. Cầu Kè, H. Cầu Ngang, H. Châu Thành, H. Duyên Hải, H. Tiểu Cần, H. Trà Cú	10,9
60. Tuyên Quang	TP. Tuyên Quang, H. Chiêm Hóa, H. Hàm Yên, H. Na Hang, H. Lâm Bình, H. Yên Sơn	10,9
	H. Sơn Dương	8,2
61. Vĩnh Long	TP. Vĩnh Long, H. Long Hồ, H. Mang Thít, H. Bình Tân	13,7
	H. Tam Bình, H. Trà Ôn, H. Vũng Liêm, TX. Bình Minh	10,9
62. Vĩnh Phúc	TP. Vĩnh Yên, TP. Phúc Yên, H. Bình Xuyên, H. Lập Thạch, H. Tam Dương, H. Vĩnh Tường, H. Yên Lạc, H. Sông Lô	10,9
	H. Tam Đảo	8,2
63. Yên Bái	TP. Yên Bái, TX. Nghĩa Lộ, H. Lục Yên, H. Mù Cang Chải, H. Trạm Tấu, H. Trấn Yên, H. Văn Chấn, H. Văn Yên, H. Yên Bình	10,9

GHI CHÚ: Mật độ sét ở các hải đảo được Viện Vật lý địa cầu khuyến cáo lấy từ 2,5 đến 7,0 lần/km²/năm.

Phụ lục 2. Chương trình tính toán rủi ro và ví dụ

P2.1. Chương trình tính toán rủi ro

Viện Vật lý Địa cầu đã xây dựng một chương trình tính toán rủi ro LPS 2.0 phục vụ cho việc tính toán thiết kế chống sét. Giao diện phần mềm được thiết kế trên hình P2.1.



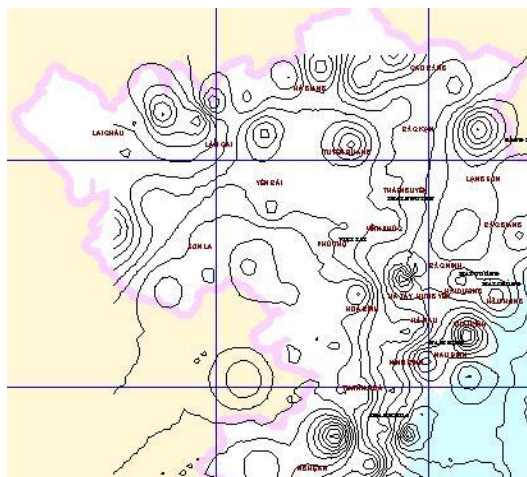
Hình P2.1. Giao diện chương trình tính rủi ro do sét gây nên.

Các thông số đầu vào nhóm 1 (xem hình P2.2) như sau:

- Tên công trình;
- Diện tích hút sét hiệu quả (Effective collection area - ECA) của công trình A_e ;
- Diện tích hút sét hiệu quả gần công trình A_g ;
- Hiệu quả của hệ thống chống sét;
- Điện trở đất;
- Mật độ sét N_g ;

Hình P2.2. Phần thông số nhóm 1

Để xác định mật độ sét tại điểm xây dựng công trình, người dùng nhấn nút "Vietnam Map" (xem hình P2.3).



Hình P2.3. Bản đồ mật độ sét ở Việt Nam.

Nhóm thông số của các đường dịch vụ như điện, điện thoại (xem hình P2.4) bao gồm:

- Diện tích hút sét hiệu quả Ask đường dịch vụ với số thứ tự n ;
- Diện tích hút sét hiệu quả Aak gần đường dịch vụ số thứ tự n ;

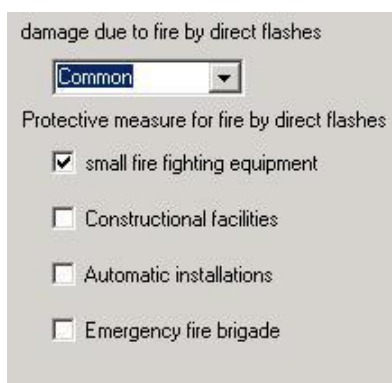
Hình P2.4. Nhóm thông số liên quan đến các đường dịch vụ đến công trình.

Các nút “Add”, “Remove”, “Apply” được sử dụng để làm việc với từng đường dịch vụ cụ thể. Trong đó, bốn biện pháp bảo vệ được sử dụng để ngăn chặn sét.

Trên hình P2.5 là thông số dạng bề mặt bao quanh công trình và các biện pháp bảo vệ chống điện thế bước và tiếp xúc do sét đánh trực tiếp vào công trình.

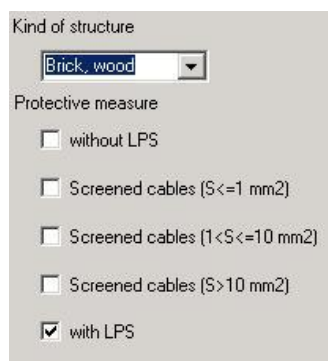
Hình P2.5. Dạng bề mặt bao quanh công trình và các biện pháp bảo vệ chống điện thế bước và tiếp xúc.

Đặc điểm vật chất công trình với các biện pháp bảo vệ chống cháy, nổ, tác động cơ học, hóa học do sét đánh thẳng được trình bày trên hình P2.6.



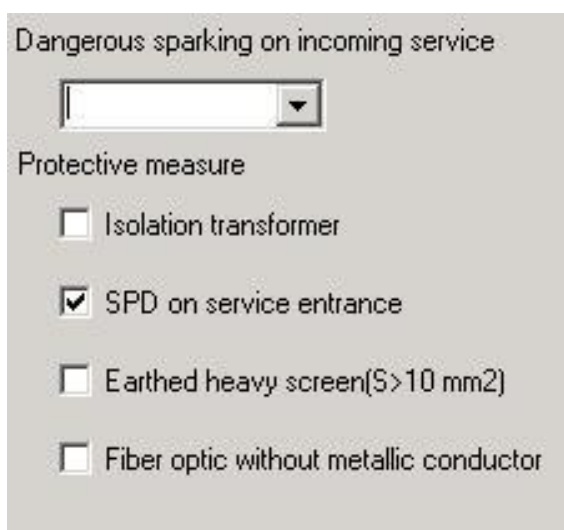
Hình P2.6. Đặc điểm công trình và các biện pháp bảo vệ.

Dạng công trình và biện pháp giảm thiểu phóng điện trên những thiết bị kim loại, điện trong công trình (xem hình P2.7).



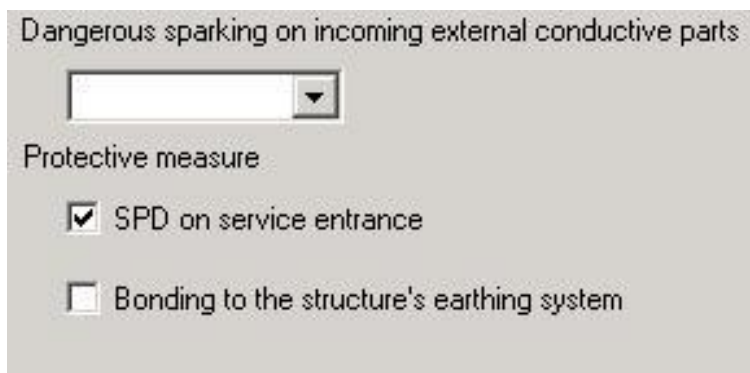
Hình P2.7. Dạng công trình và các biện pháp bảo vệ.

Biện pháp bảo vệ giảm thiểu sét đánh vào đường dịch vụ (xem hình P2.8).



Hình P2.8. biện pháp bảo vệ giảm thiểu phóng điện vào đường dịch vụ.

Biện pháp bảo vệ giảm thiểu phóng điện phần dịch vụ làm bằng kim loại từ ngoài vào (hình P2.9).



Dangerous sparking on incoming external conductive parts

Protective measure

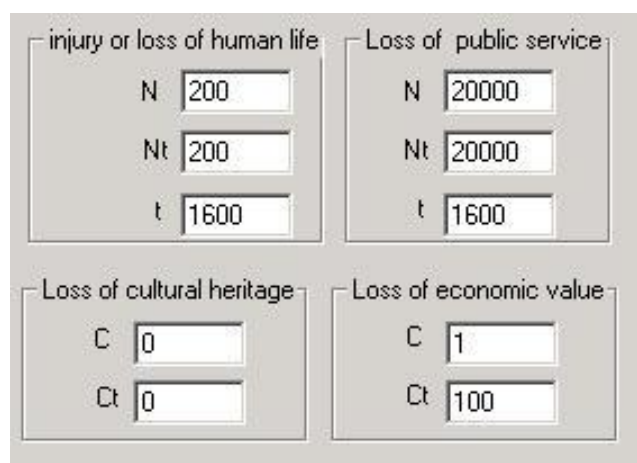
☒ SPD on service entrance

☐ Bonding to the structure's earthing system

Hình P2.9. Biện pháp bảo vệ phân dịch vụ từ ngoài.

Hình P2.10 thể hiện cách tính toán mất mát bao gồm:

- Tính mất mát về người (“Injury or loss of human life”) gồm 3 thông số là: số người có khả năng ở vị trí nguy hiểm N; tổng số người Nt; thời gian trong năm có người ở chỗ nguy hiểm t;
- Tính mất mát qua đường dịch vụ (“Loss of public service”) bao gồm: số người bị mất dịch vụ N; tổng số người sử dụng dịch vụ Nt; thời gian bị gián đoạn dịch vụ t (tính bằng giờ);
- Tính mất mát di sản văn hóa (“Loss of cultural heritage”) bao gồm: lượng tiền bảo hiểm những di sản có thể bị mất C; và tổng lượng tiền bảo hiểm của tất cả các di sản Ct;
- Tính mất mát kinh tế (“Loss of economic value”) bao gồm: lượng tài sản quy ra tiền có thể bị thiệt hại C và tổng tài sản Ct;



injury or loss of human life

N 200

Nt 200

t 1600

Loss of public service

N 20000

Nt 20000

t 1600

Loss of cultural heritage

C 0

Ct 0

Loss of economic value

C 1

Ct 100

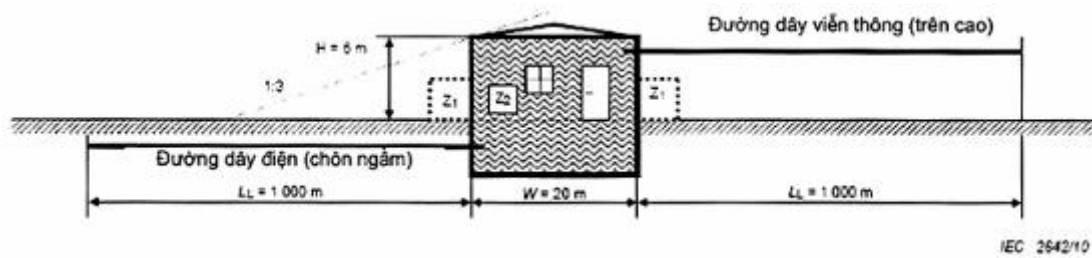
Hình P2.10. Tính toán các dạng mất mát.

Sau khi số liệu nêu trên được đưa vào, người thiết kế ấn vào nút “Calculate” để thực hiện quá trình phân tích và điều chỉnh rủi ro. Một tệp ghi nhận các thông số đầu vào được tạo ra (Protocol File). Dựa trên những thông báo trong tệp thông tin này, người sử dụng có thể lựa chọn những cấu hình đầu vào mới và tiếp tục tính toán lại. Các rủi ro thành phần được tính toán riêng biệt và trên cơ sở này người thiết kế áp dụng những biện pháp bảo vệ tương ứng. Quá trình này lặp đi, lặp lại cho đến khi rủi ro do sét gây nên không lớn hơn mức cho phép.

P2.2. Ví dụ tính toán cho nhà ngoại thành

Trong mục này giới thiệu ví dụ nhà ngoại thành (lấy ví dụ từ phụ lục E trong TCVN 9888-2:2013), được trình bày lại theo các bước trong hướng dẫn này.

P2.2.1. Xác định công trình và đặc điểm, thu thập dữ liệu liên quan



CHÚ DẪN:

Z_1 bên ngoài

Z_2 các phòng

Hình P2.11 - Nhà ở ngoại thành

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 dông sét.

Dữ liệu cho ngôi nhà và môi trường xung quanh của nó được đưa ra trong Bảng P2.1.

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 P2.2 và tới đường dây viễn thông được đưa ra trong Bảng P2.3.

Bảng P2.1 - 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 Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
Mật độ sét đánh xuống đất ($1/\text{km}^2/\text{năm}$)		N_G	4,0	Phụ lục 1	
Kích thước của kết cấu (m)		L, W, H	15, 20, 6	Từ thu thập, khảo sát	
Yếu tố vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C_D	1	Bảng 2.12	Bảng A.1
Hệ thống LPS	Không	P_B	1	Bảng 2.18	Bảng B.2
Liên kết đẳng thế	Không	P_{EB}	1	Bảng 2.23	Bảng B.7
Màn chắn ngoài không gian	Không	K_{S1}	1	Bảng 2.16 mục tính P_M	Công thức (B.5)

Bảng P2.2 - Nhà ngoại thành: Đường dây điện

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
Chiều dài (m) ^a		L _L	1000	Từ thu thập, khảo sát	
Yếu tố lắp đặt	Chôn ngầm	C _I	0,5	Bảng 2.13	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây hạ áp	C _T	1	Bảng 2.14	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C _E	1	Bảng 2.15	Bảng A.4
Màn chắn đường dây	Không được bảo vệ	R _S	-	Bảng 2.24	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C _{LD}	1	Bảng 2.20	Bảng B.4
		C _{LI}	1	Bảng 2.20	
Công trình lân cận	Không có	L _J , W _J , H _J	-	Từ thu thập, khảo sát	
Hệ số vị trí của công trình	Không có	C _{DJ}	-	Bảng 2.12	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U _W	2,5	Từ thu thập, khảo sát	
	Các thông số kết quả	K _{S4}	0,4	Bảng 2.16 mục tính P _M	Công thức (B.7)
		P _{LD}	1	Bảng 2.24	Bảng B.8
		P _{LI}	0,3	Bảng 2.25	Bảng B.9

^a Khi chiều dài L_L của đoạn dây không xác định, giả định L_L = 1000 m

Bảng P2.3 - Nhà ngoại thành: Đường dây viễn thông (TLC)

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Tham khảo Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
Chiều dài (m) ^a		L _L	1000	Từ thu thập, khảo sát	
Yếu tố lắp đặt	Trên không	C _I	0,5	Bảng 2.13	Bảng A.2
Yếu tố loại đường dây	Dây viễn thông	C _T	1	Bảng 2.14	Bảng A.3
Yếu tố môi trường	Nông thôn	C _E	1	Bảng 2.15	Bảng A.4
Màn chắn đường dây	Không được bảo vệ	R _S	-	Bảng 2.24	Bảng B.8
Bảo vệ, nối đất, cách ly	Không có	C _{LD}	1	Bảng 2.20	Bảng B.4
		C _{LI}	1	Bảng 2.20	
Kết cấu lân cận	Không có	L _J , W _J , H _J	-	Từ thu thập,	

Thông số đầu vào	Chú thích	Ký hiệu	Giá trị	Thăm khảo Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888- 2:2013
				khảo sát	
Hệ số vị trí của kết cấu	Kết cấu được cách ly	C _{DJ}	-	Bảng 2.2	Bảng A.1
Điện áp chịu đựng của hệ thống bên trong (kV)		U _w	1,5	Từ thu thập, khảo sát	
	Các thông số kết quả	K _{S4}	0,67	Bảng 2.16 mục tính P _M	Công thức (B.7)
		P _{LD}	1	Bảng 2.24	Bảng B.8
		P _{LI}	0,5	Bảng 2.25	Bảng B.9
^a Khi chiều dài L _L của đoạn dây không xác định, giả định L _L = 1000 m					

P2.2.2. Xác định kiểu tổn thất

Các loại tổn thất được xét đến cho công trình này:

- Tổn thất về cuộc sống con người (L_1)
- Tổn thất về giá trị kinh tế (L_4) có liên quan tới loại công trình này.

Điều này có nghĩa chỉ cần thiết xác định rủi ro R_1 cho tổn thất về cuộc sống con người (L_1) có các thành phần rủi ro R_A , R_B , R_U và R_V theo Bảng 1.1 (Bảng 2 trong TCVN 9888-2:2013) và so sánh nó với rủi ro cho phép $R_T = 10^{-5}$ theo Bảng 2.40 (Bảng 4 trong TCVN 9888-2:2013). 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 về giá trị kinh tế (L_4).

P2.2.3. Xác định vùng Z_s

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.

Các yếu tố kết quả có giá trị đối với khu vực Z_2 được báo cáo trong Bảng P2.4.

Bảng P2.4 - 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 Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888-2:2013
Loại sàn		Vải sơn lót sàn	r_f	10^{-5}	Bảng 2.29	Bảng C.3
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới kết cấu)		Không có	P_{TA}	1	Bảng 2.17	Bảng B.1
Bảo vệ chống điện giật (sét đánh tới đường dây)		Dây viễn thông	P_{TU}	1	Bảng 2.22	Bảng B.6
Rủi ro cháy		Thấp	r_f	10^{-3}	Bảng 2.21	Bảng C.5
Bảo vệ cháy		Không có	r_p	1	Bảng 2.20	Bảng C.4
Màn chắn không gian bên trong		Không có	K_{S2}	1	Bảng 2.16 mục tính P_M	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 2.21	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng 2.19	Bảng B.3
Đường viễn thông	Dây bên trong	Không được bảo vệ (Mạch vòng lớn $> 10m^2$)	K_{S3}	1	Bảng 2.21	Bảng B.5
	Các thiết bị SPD phối hợp	Không có	P_{SPD}	1	Bảng 2.19	Bảng B.3
L1: Tổn thất về cuộc sống con người		Nguy hiểm đặc biệt: Không có	h_z	1	Bảng 2.32	Bảng C.6
		D1: Do điện áp tiếp xúc và điện áp bước	L_T	10^{-2}	Bảng 2.28	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	Thu thập	
		Các thông số dẫn đến	L_A	10^{-7}	Bảng 2.27	Công thức (C.1)
			L_U	10^{-7}	Bảng 2.27	Công thức (C.2)
			L_B	10^{-4}	Bảng 2.27	Công thức (C.3)
			L_v	10^{-4}	Bảng 2.27	Công thức (C.3)

P2.2.4. Tính toán N_x

Các phép tính toán được đưa ra trong P2.5 đối với các diện tích thu nhận và trong Bảng P2.6 đối với số các trường hợp nguy hiểm dự kiến.

Bảng P2.5 - Nhà ngoại thành: Các diện tích thu của công trình và các đường dây

	Ký hiệu	Kết quả m^2	Tham khảo Tài liệu hướng dẫn này Công thức	Tham khảo TCVN 9888-2:2013 Công thức	Công thức
Công trình	A_D	$2,58 \times 10^3$	2.1	(A.2)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	A_M	-	2.2	(A.7)	
Đường dây điện	$A_{L/P}$	$4,00 \times 10^4$	2.3	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	$4,00 \times 10^6$	2.4	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/P}$	0	2.5	(A.2)	Không có công trình lân cận
Đường dây viễn thông	$A_{L/T}$	$4,00 \times 10^4$	2.3	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	$4,00 \times 10^6$	2.4	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/T}$	0	2.5	(A.2)	Không có công trình lân cận

Bảng P2.6 - Nhà ngoại thành: Số các trường hợp nguy hiểm dự kiến hàng năm

	Ký hiệu	Kết quả m^2	Tham khảo Tài liệu hướng dẫn này	Tham khảo TCVN 9888-2:2013 Công thức	Công thức
Kết cấu	N_D	$1,03 \times 10^{-2}$	Bảng 2.11	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$
	N_M	-	Bảng 2.11	(A.6)	Không liên quan
Đường dây điện	$N_{L/P}$	8×10^{-2}	Bảng 2.11	(A.8)	$N_{L/P} = N_G \times A_{L/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	8,00	Bảng 2.11	(A.10)	$N_{I/P} = N_G \times A_{I/P} \times C_{I/P} \times C_{E/P} \times C_{T/P} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/P}$	0	Bảng 2.11	(A.5)	Không có công trình lân cận
Đường dây viễn thông	$N_{L/T}$	$1,60 \times 10^{-1}$	Bảng 2.11	(A.8)	$N_{L/T} = N_G \times A_{L/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{I/T}$	16	Bảng 2.11	(A.10)	$N_{I/T} = N_G \times A_{I/T} \times C_{I/T} \times C_{E/T} \times C_{T/T} \times 10^{-6}$
	$N_{DJ/T}$	0	Bảng 2.11	(A.5)	Không có công trình lân cận

P2.2.5. Xác định P_x

Bước tiếp theo cần tính toán là xác định P_x theo bảng 2.16. Trong công trình này chỉ quan tâm đến các thông số P_A , P_B , P_U và P_V . Trong bảng dưới trình bày kết quả tính cho các vùng Z1, Z2 của công trình này.

Bảng P2.7. Tính các giá trị Px

	Thông số	Định nghĩa	Giá trị Vùng Z1	Giá trị Vùng Z2	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888- 2:2013 (IEC 62305- 2:2010)
	Sét đánh vào công trình gây ra					
	P_A	Tổn thương sinh vật do điện giật	1	1	$P_A = P_{TA} \times P_B$	Công thức B.1
	P_B	Thiệt hại vật chất	1	1	Phụ thuộc hệ thống LPS: không có ($P_B = 1$); IV ($P_B = 0,2$); III ($P_B = 0,1$); II ($P_B = 0,05$); I ($P_B = 0,02$); có thể có giá trị nhỏ hơn nếu có che chắn tăng cường	Bảng B.2
	Sét đánh vào đường dây sẽ gây ra				Lưu ý có thể có nhiều đường dây (điện lực hoặc viễn thông)	
Đường điện	$P_{U/P}$	Tổn thương sinh vật do điện giật	1	1	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.8
Đường điện	$P_{V/P}$	Thiệt hại vật chất	1	1	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.9
Đường viễn thông	$P_{U/T}$	Tổn thương sinh vật do điện giật	1	1	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.8
Đường viễn thông	$P_{V/T}$	Thiệt hại vật chất	1	1	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Công thức B.9

P2.2.6. Tính toán tổn thất Lx

Sử dụng các công thức bảng 2.26 để tính các thành phần Lx.

Bảng P2.8. Tính các giá trị Lx

	Thông số	Định nghĩa	Giá trị vùng Z1	Giá trị vùng Z2	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305- 2:2010)
	Tổn thất L_x				Lưu ý cần tính cho từng vùng Zs	

	Thông số	Định nghĩa	Giá trị vùng Z1	Giá trị vùng Z2	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	Tổn thất về con người L1					
	L_A	Tổn thương về người do điện giật	-	10^{-7}	$L_A = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.1,
	L_B	Thiệt hại vật chất	-	10^{-4}	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.3
Đường điện	$L_{U/P}$	Tổn thương về người do điện giật	-	10^{-7}	$L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.1, Công thức C.2
Đường điện	$L_{V/P}$	Thiệt hại vật chất	-	10^{-4}	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.3
Đường viễn thông	$L_{U/T}$	Tổn thương về người do điện giật	-	10^{-7}	$L_U = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.1, Công thức C.2
Đường viễn thông	$L_{V/T}$	Thiệt hại vật chất	-	10^{-4}	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760$	Công thức C.3

P2.2.7. Tính Rx

Tính các rủi ro thành phần Rx theo bảng 2.39.

Bảng P2.9. Tính các giá trị Rx

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị vùng Z1	Giá trị vùng Z2	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	Rủi ro sét Rx				Lưu ý cần tính cho từng vùng Zs	
	Rủi ro sét đánh trực tiếp vào công trình					
	R_A			≈ 0	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	Công thức 6
	R_B			0,103	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	Công thức 7
	Rủi ro do sét đánh vào đường dây đi vào công trình					
	$R_{U/P}$			0,001	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	Công thức 10
	$R_{V/P}$			1,2	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	Công thức 11

STT	Thông số	Định nghĩa	Giá trị vùng Z1	Giá trị vùng Z2	Phương pháp tính toán	Theo TCVN 9888-2:2013 (IEC 62305-2:2010)
	$R_{U/T}$			0,001	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	Công thức 10
	$R_{V/T}$			1,2	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	Công thức 11

P2.2.8. Xác định mức rủi ro cho phép R_T

Trong công trình này, R_1 được quy định trong bảng 2.40 (Bảng 4 trong TCVN 9888-2:2013) là 10^{-5} .

P2.2.9. Tính tổng rủi ro R và so sánh với R_T

Rủi ro R_1 có thể được biểu diễn theo công thức tại bảng 2.41 (công thức 1 trong TCVN 9888-2:2013). Do chỉ tính R_1 , ta có công thức sau đây:

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U/P} + R_{V/P} + R_{U/T} + R_{V/T} \quad (P2.1)$$

Rủi ro tổng cộng được đưa ra trong Bảng p2.10.

Bảng p2.10 - Nhà ngoại thành: Rủi ro R_1 (các giá trị $\times 10^{-5}$)

	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	$R_T = 2,51$
Cho phép		$R_1 > R_T$: 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.

P2.2.10. Lựa chọn các biện pháp bảo vệ (khi $R > R_T$)

Theo Bảng p2.10 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 2.23 (Bảng B.7 trong TCVN 9888-2:2013), 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 2.18 Hướng dẫn này (hay Bảng B2 trong TCVN 9888-2:2013) và Bảng 2.23 (Bảng B.7 trong TCVN 9888-2:2013), 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 p2.11.

Bảng p2.11 - Nhà ngoại thành: Thành phần rủi ro liên quan rủi ro R_1

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 Thiệt hại vật chất	R_B	0,103	0,021
	R_V	0,120	0,120
Tổng cộng	R_1	0,223	0,141

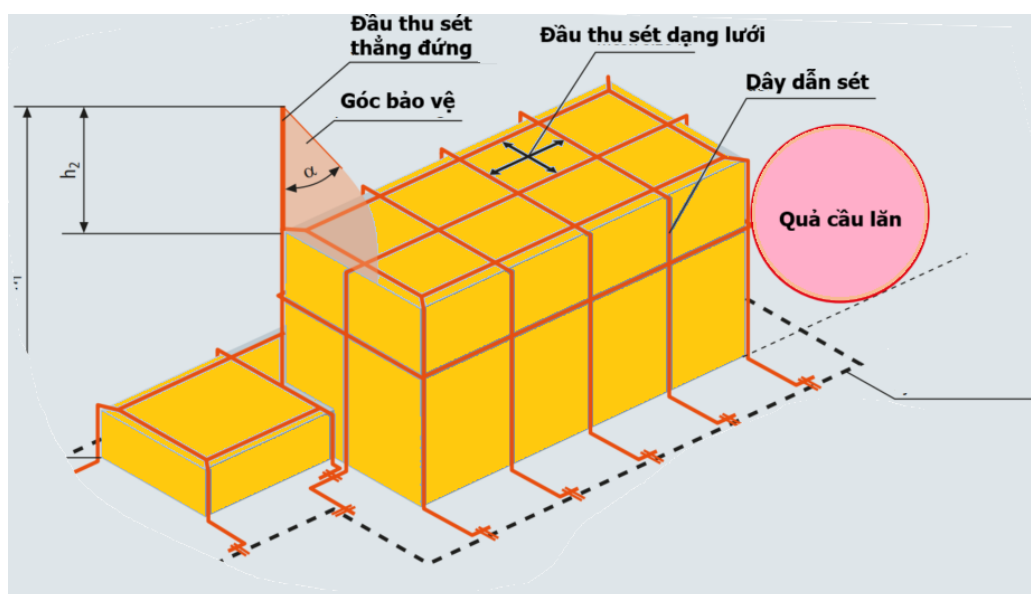
Như vậy, với cả hai cách nêu trên, đều thỏa mãn $R_1 < R_T$. Lựa chọn giải pháp nào được quyết định vào các yếu tố kinh tế và kỹ thuật và do chủ đầu tư quyết định.

Phụ lục 3. Thiết kế hệ thống đầu thu sét

P3.1. Nguyên tắc chung

Việc lựa chọn dạng và độ cao bộ phận thu sét phụ thuộc vào mức an toàn xác định theo mức chống sét LPS từ I-IV. Trong mọi trường hợp người ta lợi dụng tối đa các kết cấu kim loại của công trình vào chức năng thu sét. Nếu việc lợi dụng các kết cấu này chưa đủ mức an toàn cần đạt, hệ thống đầu thu sét được bổ sung thêm.

Nói chung, việc tính toán lựa chọn hệ thống đầu thu sét cần được thực hiện dựa trên phần mềm đồ họa chuyên dụng. Với các công trình có cấu trúc mái phức hợp, hệ thống đầu thu sét có thể cấu tạo từ kim thu sét, dây thu sét và lưới thu sét.



Hình P3.1. Các dạng đầu thu sét

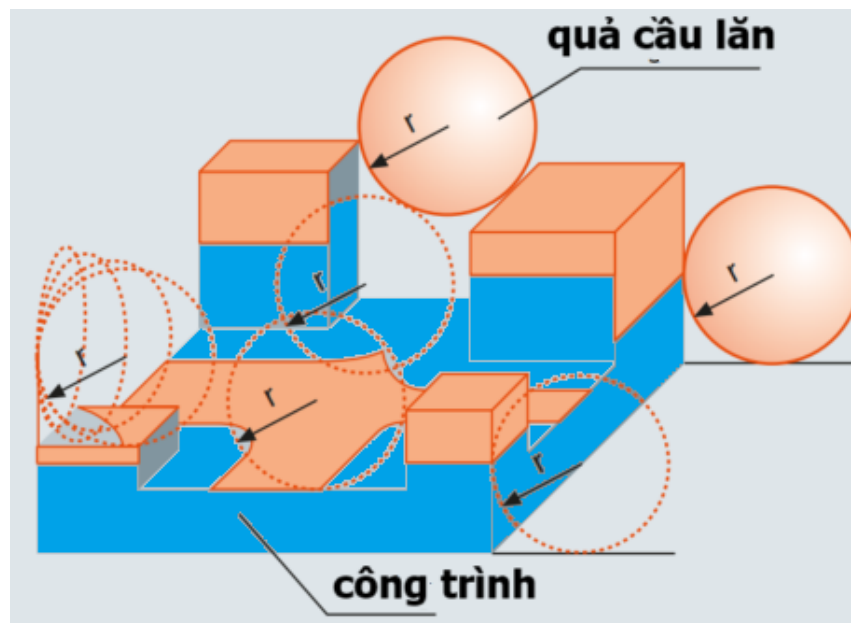
Trên thực tế, ba phương pháp được sử dụng để tính toán vùng bảo vệ là phương pháp góc bảo vệ và phương pháp quả cầu lăn và phương pháp lưới bảo vệ. Bán kính của cầu lăn, mắt lưới, góc bảo vệ được xác định theo mức bảo vệ của hệ thống chống sét theo tiêu chuẩn (xem bảng P3.1).

Bảng P3.1. Thông số để tính toán bộ phận thu sét theo TCVN 9888-3

Mức bảo vệ	Bán kính quả cầu lăn R (m)	Góc α^0 ở đỉnh kim thu sét với độ cao công trình h (m) hoặc xem hình dưới Ghi chú *: không sử dụng phương pháp góc cho các trường hợp này				Mắt lưới (m)
		h=20 m	h=30 m	h=45 m	h=60 m	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

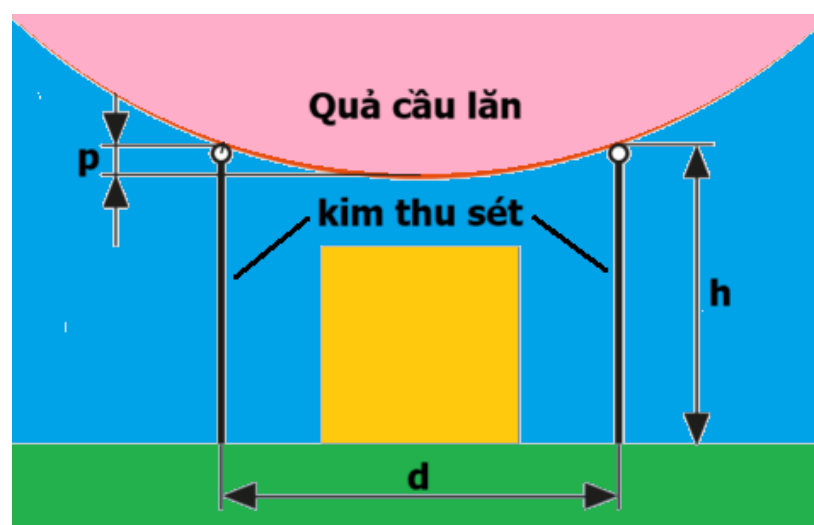
P3.2. Phương pháp quả cầu lăn

Phương pháp quả cầu lăn dùng cho mọi dạng công trình nhất là những công trình có cấu trúc mái phức tạp.



Hình P3.2. phương pháp quả cầu lăn.

Theo phương pháp này, kim thu sét sẽ được lắp đặt ở các vị trí sao cho không có điểm nào của công trình cần bảo vệ chạm vào một quả cầu tưởng tượng bán kính R lăn trên đất, xung quanh toàn bộ bề mặt công trình và lên trên đỉnh của công trình theo tất cả các hướng. Như vậy, quả cầu lăn sẽ chỉ chạm mặt đất hoặc kim thu sét. Trên hình P3.3 cho thấy khi lắp đặt hai kim thu sét thẳng đứng, độ cao kim thu sét thẳng đứng h luôn phải lớn hơn độ sâu thâm nhập p . Trong bảng P3.2 đưa ra các giá trị độ sâu thâm nhập p phụ thuộc vào khoảng cách hai kim thu sét d và mức LPS tiện lợi cho việc tính toán cho các công trình mái bằng.

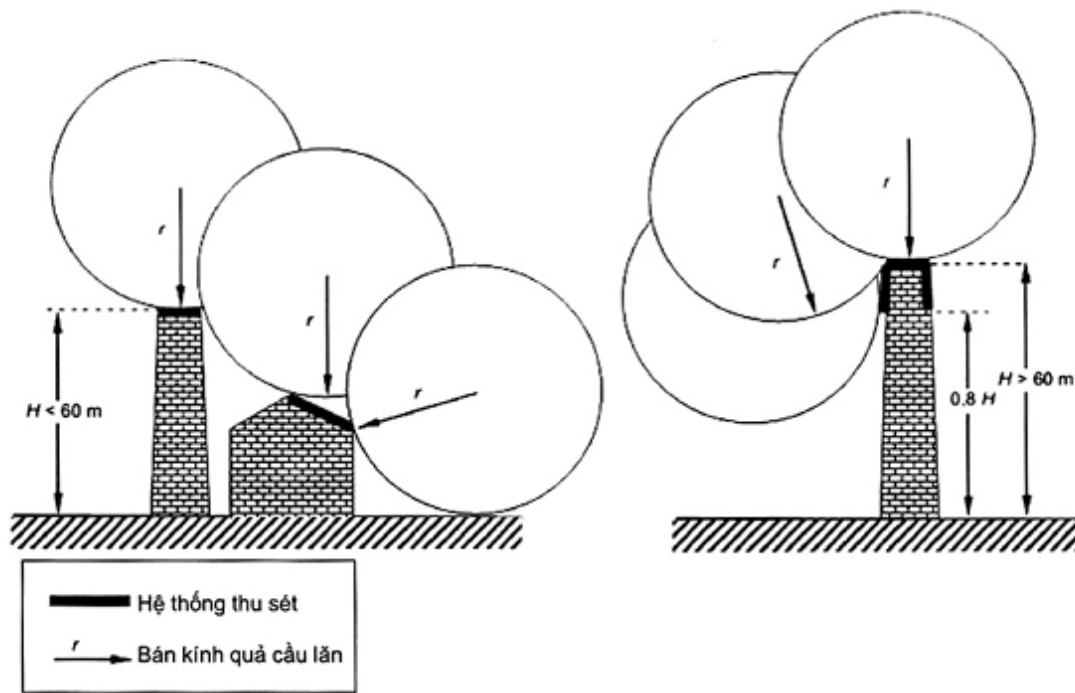


Hình P3.3. Thiết kế theo phương pháp quả cầu lăn

Bảng P3.2. Khoảng cách thâm nhập d giữa hai kim thu sét

Khoảng cách d giữa hai kim thu sét (m)	LPS I (r=20 m)	LPS II (r=30 m)	LPS III (r=45 m)	LPS IV (60 m)
2	0,03	0,02	0,01	0,01
4	0,10	0,07	0,04	0,03
6	0,23	0,15	0,10	0,08
8	0,40	0,27	0,18	0,13
10	0,64	0,42	0,28	0,21
12	0,92	0,61	0,40	0,30
14	1,27	0,83	0,55	0,41
16	1,67	1,09	0,72	0,54
18	2,14	1,38	0,91	0,68
20	2,68	1,72	1,13	0,84
23	3,64	2,29	1,49	1,11
26	4,80	2,96	1,92	1,43
29	6,23	3,74	2,40	1,78
32	8,00	4,62	2,94	2,17
35	10,32	5,63	3,54	2,61

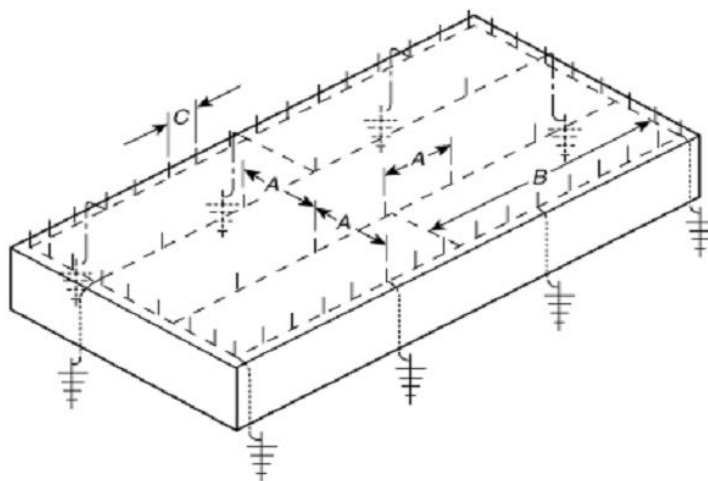
Nghiên cứu cho thấy rằng xác suất của các sét biên độ nhỏ đánh vào bề mặt thẳng đứng của kết cấu cao dưới 60 m là đủ thấp để chúng không cần xét đến. Trên các kết cấu cao hơn 60 m, có thể xảy ra việc sét đánh vào mặt bên, đặc biệt là các điểm, góc và mép của các bề mặt.



Hình P3.4 - Thiết kế hệ thống thu sét theo phương pháp quả cầu lăn. Bán kính quả cầu lăn phải phù hợp với cấp LPS được chọn (bảng p3.1)

P3.3. Phương pháp lưới bảo vệ

Phương pháp lưới bảo vệ tiện lợi cho các công trình dạng mái bằng và bề mặt phẳng (xem Hình P3.5). Mật lưới của bộ phận thu sét theo mức bảo vệ xem trong Bảng P3.1.



Hình P3.5. phương pháp lưới bảo vệ

Để bảo vệ bề mặt phẳng, lưới được coi là phương pháp có thể bảo vệ toàn bộ bề mặt đó, tùy thuộc vào việc đáp ứng tất cả các điều kiện sau:

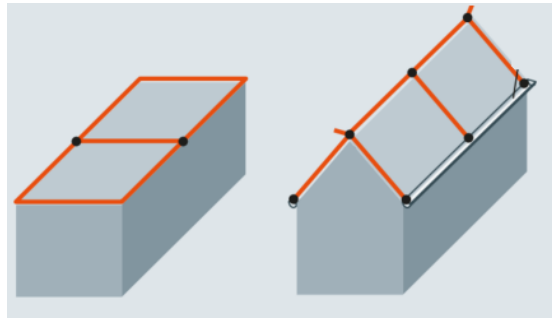
a) Dây thu sét được bố trí trên

- Trên đường mép của mái kết cấu;

- Trên phần nhô ra của mái kết cấu;
- Trên đường nằm ngang cao nhất của mái kết cấu nếu độ dốc của mái lớn hơn 1/10.

Phương pháp lưới thích hợp cho các mái bằng phẳng hoặc nghiêng nhưng không cong; cho các bề mặt bên bằng phẳng để bảo vệ chống sét mặt bên.

Nếu độ dốc của mái lớn hơn 10 %, có thể sử dụng các dây thu sét song song thay cho lưới với điều kiện khoảng cách giữa các dây không lớn hơn chiều rộng mắt lưới yêu cầu.

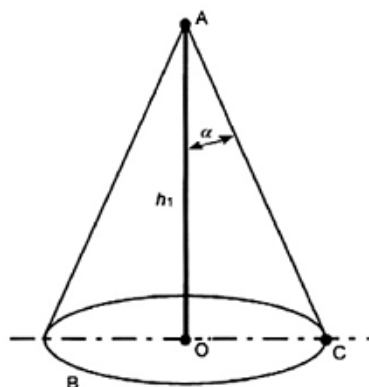


Hình P3.6. Đầu thu sét dạng lưới có thể dùng bảo vệ mái phẳng và dốc

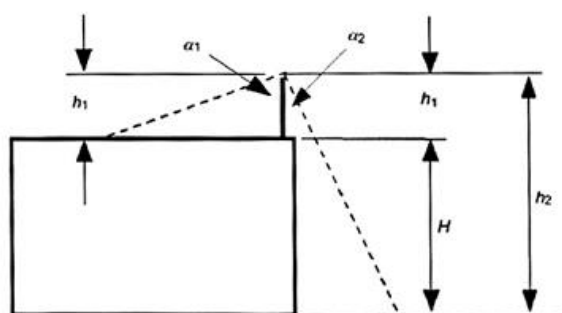
- b) Các kích thước của lưới trong mạng thu sét không được lớn hơn các giá trị cho trong Bảng P3.12
- c) Mạng lưới hệ thống đầu thu sét được cấu tạo theo cách sao cho dòng điện sét luôn chạy qua ít nhất hai tuyến kim loại phân biệt đến đầu tiếp đất.
- d) Không có phần kim loại nào trong hệ thống lắp đặt nhô ra phía ngoài không gian được bảo vệ bởi các hệ thống thu sét.
- e) Các dây thu sét phải đi theo các tuyến ngắn nhất và thẳng nhất, bất cứ khi nào có thể.

P3.4. Phương pháp góc bảo vệ

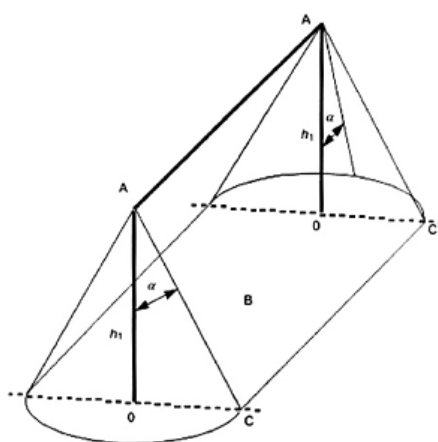
Phương pháp góc bảo vệ thường được dùng cho công trình có cấu trúc đơn giản hoặc với một phần nhỏ của công trình lớn. Không gian được bảo vệ bởi thanh thu sét thẳng đứng được coi là có hình dạng nón tròn xoay vuông góc với đỉnh được đặt trên trục của thanh thu sét, góc nửa đỉnh là α , phụ thuộc vào cấp LPS, và trên chiều cao của hệ thống thu sét như cho trong Bảng P3.1. Các ví dụ về không gian được bảo vệ được cho trên hình dưới.



Hình P3.7. Vùng bảo vệ kim thu sét đơn. A - Đầu của thanh thu sét; B - Mặt phẳng chuẩn; OC - Bán kính của vùng được bảo vệ; h_1 - Chiều cao của kim thu sét; α - Góc bảo vệ theo Bảng P3.1

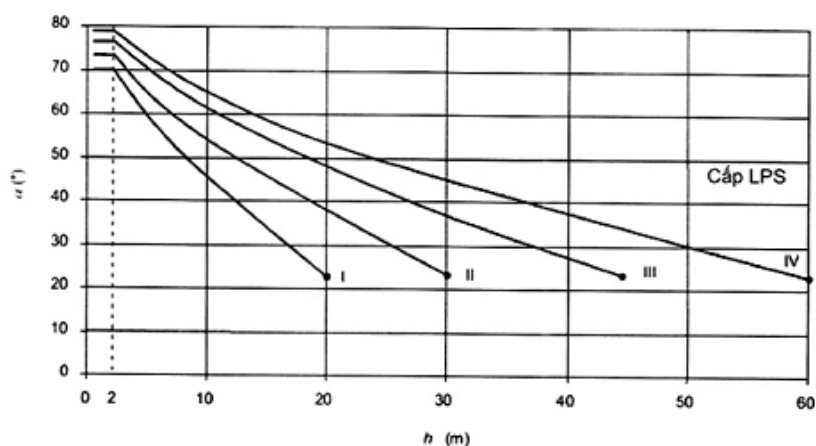


Hình P3.8. Không gian được bảo vệ bởi thanh thu sét thẳng đứng. h_1 - Chiều cao của kim thu sét; Góc bảo vệ α_1 tương ứng với chiều cao thanh thu sét h_1 , là chiều cao phía trên của mặt phẳng mái nhà được bảo vệ; Góc bảo vệ α_2 tương ứng với chiều cao thanh thu sét $h_2 = h_1 + H$ đất là mặt phẳng chuẩn; α_1 so với h_1 , α_2 so với h_2 .



Hình P3.9 - Không gian được bảo vệ bởi hệ thống dây thu sét thẳng đứng. A - Đầu của thanh thu sét; B - Mặt phẳng chuẩn; OC - Bán kính của vùng được bảo vệ; h_1 - Chiều cao của thanh thu sét; α - Góc bảo vệ theo Bảng P3.1

Trên hình P3.10 cho phép xác định sự phụ thuộc của góc bảo vệ vào cấp độ LPS.



Hình P3.10 - Góc bảo vệ ứng với cấp LPS. Không áp dụng vượt quá các giá trị có ghi dấu •. Chỉ áp dụng phương pháp quả cầu lăn và phương pháp lưới trong các trường hợp này. h là chiều cao của đầu thu sét bên trên mặt phẳng chuẩn của khu vực cần bảo vệ. Góc sẽ không thay đổi đối với các giá trị h nhỏ hơn 2 m.

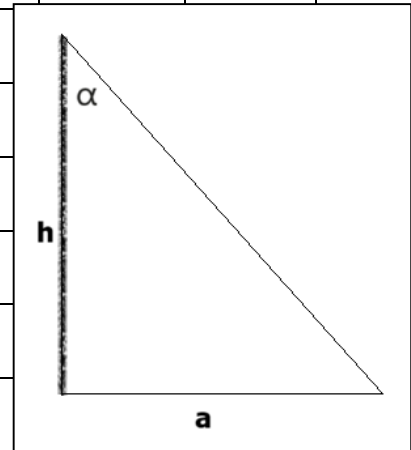
HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG BỘ TCVN 9888:2013

Để triển khai trên thực tế có thể sử dụng Bảng P3.3 (là bảng số hóa Hình 3.10) như dưới đây.

Bảng P3.3. Cho phép xác định góc bảo vệ phụ thuộc vào cấp độ LPS.

Chiều cao kim thu sét thẳng đứng (m)	LPS 1		LPS II		LPS III		LPS IV	
	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)
1	71	2,90	74	3,49	77	4,33	79	5,14
2	71	5,81	74	6,97	77	8,66	79	10,29
3	66	6,74	71	8,71	74	10,46	76	12,03
4	62	7,52	68	9,90	72	12,31	74	13,95
5	59	8,32	65	10,72	70	13,74	72	15,39
6	56	8,90	62	11,28	68	14,85	71	17,43
7	53	9,29	60	12,12	66	15,72	69	18,24
8	50	9,53	58	12,80	64	16,40	68	19,80
9	48	10,00	56	13,34	62	16,93	66	20,21
10	45	10,00	54	13,76	61	18,04	65	21,45
11	43	10,26	52	14,08	59	18,31	64	22,55
12	40	10,07	50	14,30	58	19,20	62	22,57
13	38	10,16	49	14,95	57	20,02	61	23,45
14	36	10,17	47	15,01	55	19,99	60	24,25
15	34	10,12	45	15,00	54	20,65	59	24,96
16	32	10,00	44	15,45	53	21,23	58	25,61
17	30	9,81	42	15,31	51	20,99	57	26,18
18	27	9,17	40	15,10	50	21,45	56	26,69
19	25	8,86	39	15,39	49	21,86	55	27,13
20	23	8,49	37	15,07	48	22,21	54	27,53
21	36	15,26	47	22,52	53	27,87		

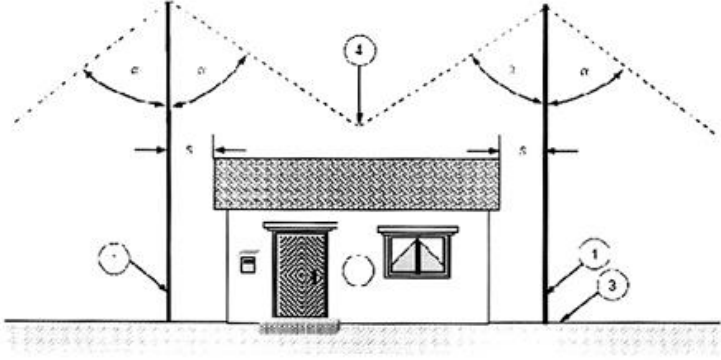
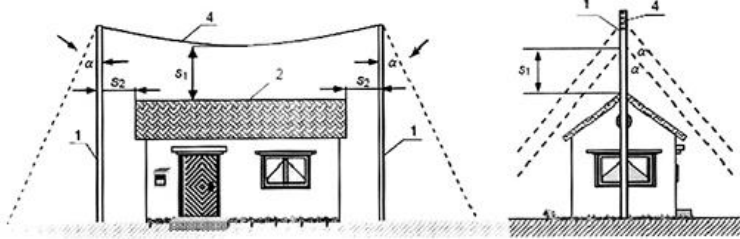
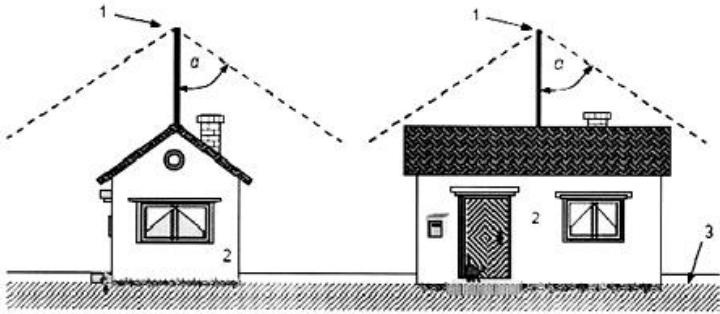
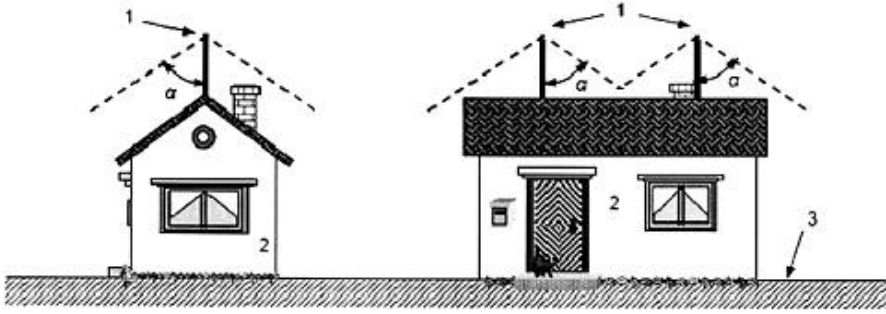
Chiều cao kim thu sét thẳng đứng (m)	LPS 1		LPS II		LPS III		LPS IV	
	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)
22	35	15,40	46	22,78	52	28,16		
23	36	16,71	47	24,66	53	30,52		
24	32	15,00	44	23,18	50	28,60		
25	30	14,43	43	23,31	49	28,76		
26	29	14,41	41	22,60	49	29,91		
27	27	13,76	40	22,66	48	29,99		
28	26	13,66	39	22,67	47	30,03		
29	25	13,52	38	22,66	46	30,03		
30	23	12,73	37	22,61	45	30,00		
31	36	22,52	44	29,94				
32	35	22,41	44	30,90				
33	35	23,11	43	30,77				
34	34	22,93	42	30,61				
35	33	22,73	41	30,43				
36	32	22,50	40	30,21				
37	31	22,23	40	31,50				
38	30	21,94	39	30,77				
39	29	21,62	38	30,47				
40	28	21,27	37	30,14				
41	27	20,89	37	30,90				
42	26	20,48	36	30,51				
43	25	20,05	35	30,11				
44	24	19,59	35	30,81				

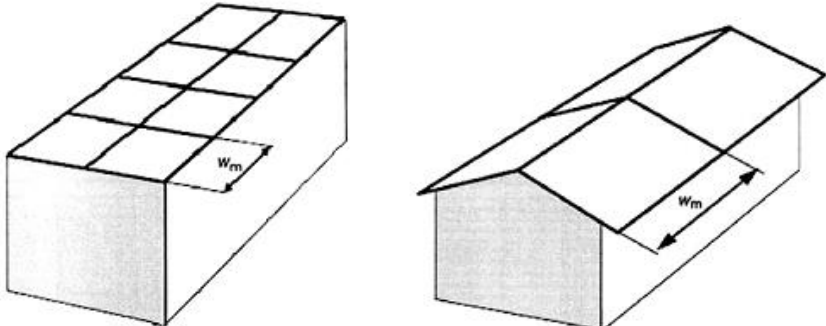
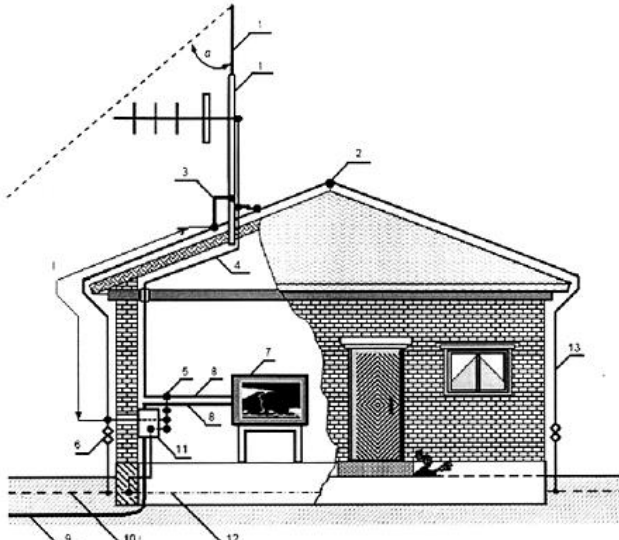


Chiều cao kim thu sét thẳng đứng (m)	LPS 1		LPS II		LPS III		LPS IV	
	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)	Góc α	Khoảng cách a (m)
45	23	19,10	34	30,35				
46	33	29,87						
47	32	29,37						
48	32	29,99						
49	31	29,44						
50	30	28,87						
51	30	29,44						
52	29	28,82						
53	28	28,18						
54	27	27,51						
55	27	28,02						
56	26	27,31						
57	25	26,58						
58	25	27,05						
59	24	26,27						

Dưới đây là bảng một số hình ảnh minh họa kim thu sét cho các trường hợp cụ thể

Bảng P3.4. Các hình ảnh minh họa hệ thống đầu thu sét

Hệ thống đầu thu sét	Bình luận
	Hệ gồm hai kim đặt cách ly với công trình, thường ứng dụng cho trường hợp có nguy cơ cháy nổ xảy ra
	Hệ gồm dây thu sét đặt cách ly với công trình, thường ứng dụng cho trường hợp có nguy cơ cháy nổ xảy ra
	Ví dụ sử dụng 1 kim thu sét. Chủ yếu cho các ngôi nhà nhỏ
	Ví dụ sử dụng 2 kim thu sét để đảm bảo vùng bảo vệ cho toàn bộ công trình

	Dạng lưới cho mái bằng và phẳng
	Kim thu sét lắp đặt có vùng bảo vệ bao phủ anten

Thư mục tài liệu tham khảo

1. AS/NZS 1768:2007. Lightning protection
2. BS 6651:1999 Protection of structures against lightning.
3. Dehn. Lightning Protection Guide, 3rd updated Edition, 2014.
4. ESE Dynasphere S 3000. ERICO.
5. Furse. Guide to BS 62305 3rd edition.
6. IEC 62305. Protection against lightning, 2010.
7. NFC17-102 (France) – Protection of structures and of open areas against lightning using early streamer emission air terminal. 1992.
8. NFPA 780: Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, 2020 Edition.
9. Nguyễn Xuân Anh, nnk. Báo cáo đề tài độc lập "Nghiên cứu hoạt động dòng sét và đề xuất các giải pháp phòng chống ở Việt Nam". Viện Vật lý Địa cầu. 2005. 252tr.
10. Nguyễn Xuân Anh, nnk. Báo cáo đề tài độc lập cấp Viện KHCNVN "Nghiên cứu quy trình chống sét cho công trình xây dựng". Viện Vật lý Địa cầu. 2011. 111tr.
11. QCVN 12:2014/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về hệ thống điện của nhà ở và nhà công cộng
12. TCXD 84: 2007. Bộ Xây dựng. Chống sét cho các công trình xây dựng. Tiêu chuẩn thiết kế thi công. NXB xây dựng, 2007.
13. TCVN 9385:2012 Chống sét cho công trình xây dựng - hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống
14. TCVN 9888-1,2,3,4:2013 (IEC 62305-1,2,3,4:2010) Bảo vệ chống sét
15. Tiêu chuẩn chống sét cho nhà, công trình (tiếng Nga). Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. 2003.
16. Uman, M. A., V. A. Rakov, 2002: A critical review of nonconventional approaches to lightning protection. Bull. Amer. Meteor. Soc., 83, 1809–1820. doi: 10.1175/BAMS-83-12-1809.
17. Uman M.A. The Art and Science of Lightning Protection, Cambridge University Press, 2008.
18. Zhang, Bo He, Jinliang Zeng, Rong Chen, Shuiming "Effect of Grounding System on Electromagnetic Fields Around Building Struck by Lightning", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol.46, Iss.8, pp.2955, 2010, ISSN: 00189464.