

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC



ĐINH BẢO HÀ

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP
TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA
ĐỐI VỚI TRẠM VIỄN THÔNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

HÀ NỘI, 2024

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**



ĐINH BẢO HÀ

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP
TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA
ĐỐI VỚI TRẠM VIỄN THÔNG**

Chuyên ngành : Kỹ thuật điện tử

Mã số : 8520201

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Người hướng dẫn khoa học: TS. Phạm Duy Phong

HÀ NỘI, 2024

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC



ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC
ELECTRIC POWER UNIVERSITY

ĐINH BẢO HÀ

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP
TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA
ĐỐI VỚI TRẠM VIỄN THÔNG

Chuyên ngành : Kỹ thuật điện tử

Mã số : 8520201

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Người hướng dẫn khoa học: TS. Phạm Duy Phong

HÀ NỘI, 2024

Được quét bằng CamScanner

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: 1884/QĐ-ĐHDL

Hà Nội, ngày 25 tháng 10 năm 2024

QUYẾT ĐỊNH
Về việc thành lập Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ khoá 10 (2022 - 2024)
ngành Kỹ thuật điện tử, mã số 8520203

HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

Căn cứ Nghị quyết số 03/NQ-HĐT ngày 30/5/2023 của Hội đồng trường Trường Đại học Điện lực ban hành Quy chế Tổ chức và hoạt động của Trường Đại học Điện lực;

Căn cứ Quyết định số 666/QĐ-ĐHDL ngày 31/5/2022 của Trường Đại học Điện lực về việc ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ Quyết định số 978/QĐ-ĐHDL ngày 28/6/2023 của Trường Đại học Điện lực về việc bổ sung một số điều của Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ Quyết định số 729/QĐ-ĐHDL ngày 15/5/2023 của Trường Đại học Điện lực về việc phân công người hướng dẫn và tên đề tài luận văn thạc sĩ đối với các học viên cao học khóa 10 (2022-2024) ngành Kỹ thuật điện tử;

Căn cứ Hồ sơ đăng ký bảo vệ luận văn thạc sĩ của học viên và Đề nghị danh sách Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ ngày 25/10/2024 của Khoa Điện tử Viễn thông;

Căn cứ Tờ trình số 199/TTr-QL Đào tạo ngày 25/10/2024 của Phòng Quản lý Đào tạo về việc đề nghị thành lập Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ khóa 2022 ngành Kỹ thuật điện tử;

Theo đề nghị của Trưởng phòng Quản lý Đào tạo.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Thành lập Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ khóa 10 (2022-2024) cho học viên Cao học:

Họ và tên học viên: Đinh Bảo Hà

Sinh ngày: 14/06/1981

Lớp: CH10.KTĐT2

Ngành đào tạo: Kỹ thuật điện tử

Giới tính: Nam

Nơi sinh: Hà Nội

Mã HV : 22CH5030003

Mã số: 8520203

Tên đề tài luận văn: Nghiên cứu phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông.

Người hướng dẫn khoa học: TS. Phạm Duy Phong

Đơn vị công tác: Trường Đại học Điện lực

Điều 2. Cử Ông (bà) có tên sau đây tham gia vào Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ.

STT	Họ và tên (học hàm, học vị)	Đơn vị công tác	Chức danh trong HĐ
1	PGS.TS. Bạch Nhật Hồng	Trường Đại học Điện lực	Chủ tịch
2	TS. Lê Trọng Hiếu	Trường Đại học Điện lực	Thư kí
3	PGS.TS. Lê Nhật Thăng	Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông	Phản biện 1
4	TS. Lai Thị Vân Quyên	Trường Đại học Điện lực	Phản biện 2
5	TS. Nguyễn Anh Quang	Đại học Bách khoa Hà Nội	Ủy viên

Điều 3. Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ có trách nhiệm tổ chức đánh giá trong thời hạn 30 ngày kể từ ngày kí Quyết định. Hội đồng tự giải thể sau khi hoàn thành nhiệm vụ.

Điều 4. Trưởng các đơn vị: Phòng Quản lý Đào tạo, Phòng Kế hoạch - Tài chính, Khoa Điện tử Viễn thông, các đơn vị khác có liên quan, các thành viên trong Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Điều 2 và các cá nhân có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này. /.

Nơi nhận:

- Như Điều 4;
- HT (đề báo cáo);
- Lưu: VT, QLĐào tạo, PhươngBT (05).

KT.HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG

Nguyễn Lê Cường

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Hà Nội, ngày tháng năm 2024

BẢN XÁC NHẬN ĐÃ CHỈNH SỬA LUẬN VĂN

Họ và tên Học viên: Đinh Bảo Hà

Là học viên cao học ngành: Kỹ thuật điện tử

Lớp: CH10-KTĐT2

Khoá: 10 (2022-2024)

Luận văn thạc sĩ đã trình trước Hội đồng ngày: 02/11/2024

Tên đề tài: Nghiên cứu phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông .

Người hướng dẫn: TS. Phạm Duy Phong - Trường Đại học Điện lực

Hội đồng xác nhận nội dung đã hiệu chỉnh gồm:

Đã bổ sung các nội dung câu hỏi và câu trả lời phản biện của hội đồng vào luận văn trong buổi bảo vệ:

Các sở cứ thiết lập giá trị rủi ro tổn thất về con người $L=1$ và tổn thất rủi ro về dịch vụ $L=2.74.10^{-3}$ do sét đánh.

Các rủi ro về tổn thất kinh tế được xác định tại trạm viễn thông.

Các tiêu chuẩn đánh giá rủi ro do sét gây ra và các biện pháp giảm thiểu tổn thất dịch vụ L2.

Hà Nội, ngày.....tháng năm 2024

HỌC VIÊN
(Ký và ghi rõ họ tên)

Đinh Bảo Hà

THƯ KÍ HỘI ĐỒNG
(Ký và ghi rõ họ tên)

TS. Lê Trọng Hiếu

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN
(Ký và ghi rõ họ tên)

TS. Phạm Duy Phong

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG
(Ký và ghi rõ họ tên)

PGS. TS. Bạch Nhật Hồng



Được quét bằng CamScanner

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, Phòng Đào tạo Sau đại học, Trường Đại học Điện lực đã giúp đỡ tạo mọi điều kiện cho em trong quá trình học tập và hoàn thành luận văn này.

Em xin gửi lời tri ân tới các thầy cô giáo Khoa Điện tử - Viễn thông, Trường Đại học Điện lực, các thầy cô trong mạng lưới chuyên gia của Khoa đã tận tình giảng dạy, hướng dẫn lớp cao học CH10 chuyên ngành Kỹ thuật điện tử trong suốt hai năm vừa qua.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến thầy Trưởng khoa Điện tử - Viễn thông, TS. Phạm Duy Phong đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn và chỉ bảo em trong quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn này.

Em xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo khoa Điện tử - Viễn thông, Ban Giám đốc Trung tâm kỹ thuật Khu vực 1, Tổng công ty Mạng lưới Viettel nơi em công tác, cùng toàn thể các bạn học viên lớp CH10-KTĐT2 đã nhiệt tình giúp đỡ và ủng hộ em hoàn thành luận văn này.

Xin gửi lời cảm ơn tới tất cả bạn bè, đồng nghiệp và gia đình, những người luôn ủng hộ, động viên và tạo điều kiện tốt nhất để em hoàn thành luận văn này.

Mặc dù em đã rất cố gắng để hoàn thành luận văn, nhưng do thời gian thực hiện luận văn có hạn, nên chắc chắn luận văn khó có thể tránh khỏi những khiếm khuyết, em rất mong nhận được các ý kiến góp ý của các thầy cô giáo và các bạn để luận văn của em đạt kết quả tốt hơn.

Em xin trân trọng cảm ơn !

Hà Nội, ngày tháng năm 2024

Tác giả

Đinh Bảo Hà

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan Luận văn thạc sĩ: “Nghiên cứu phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông” là công trình nghiên cứu đã được cá nhân tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Phạm Duy Phong, Trưởng khoa Điện tử - Viễn thông, Trường Đại học Điện lực.

Những kết quả của luận văn là hoàn toàn chưa từng được công bố trong những công trình nghiên cứu riêng biệt nào khác. Việc sử dụng các kết quả cơ sở dữ liệu báo cáo và những trích dẫn từ tài liệu của những tác giả khác đã được tôi đảm bảo thực hiện theo đúng các quy định khi làm bài luận văn.

Các phần nội dung trích dẫn và các tài liệu từ sách báo và thông tin tham khảo đã được đăng tải trên các tác phẩm cũng như các trang web được trình bày theo danh mục tài liệu tham khảo của luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn !

Hà Nội, ngày tháng năm 2024
Tác giả

Đinh Bảo Hà

MỤC LỤC

Trang

GIỚI THIỆU

CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU VỀ SÉT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SÉT GÂY RA ĐỐI VỚI CÁC TRẠM VIỄN THÔNG..... 1

1.1. Nghiên cứu về giông sét 1

1.1.1. Các đặc điểm cơ bản của sét..... 1

1.1.2. Cơ cấu của sét 15

1.1.3. Các dạng tác động của sét đến thiết bị viễn thông..... 22

1.1.4. Các nguyên nhân chính sét gây ảnh hưởng đến công trình viễn thông 23

1.1.5. Phân vùng mật độ sét, vùng sét nguy hiểm và vùng chống sét..... 24

1.2. Ảnh hưởng của sét gây ra đối với các trạm viễn thông Viettel..... 38

1.2.1. Kết quả theo dõi các trạm BTS bị sét đánh 38

1.2.2. Ảnh hưởng thiệt hại..... 38

1.2.3. Nguyên nhân 39

1.3. Kết luận chương 1 40

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA VỚI TRẠM VIỄN THÔNG 41

2.1. Rủi ro và thiệt hại do giông sét gây ra..... 41

2.2. Những yêu cầu về rủi ro do giông sét gây ra 44

2.3. Các phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra..... 44

2.3.1. Tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông 44

2.3.2. Tính toán tần suất thiệt hại do sét gây ra đối với trạm viễn thông ... 45

2.3.3. Xác định các hệ số xác suất thiệt hại P..... 47

2.3.4. Tính toán rủi ro do sét gây ra đối với mạng cáp ngoại vi viễn thông 48

2.3.5. Tần suất thiệt hại đối với đoạn cáp treo và chôn ngầm..... 49

2.3.6. Tần suất thiệt hại sét đánh trực tiếp vào công trình mà cáp đi vào (Fps) 50

2.4. Kết luận chương 2..... 51

CHƯƠNG 3: NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA VỚI TRẠM VIỄN THÔNG 52

3.1. Đánh giá rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông theo khuyến nghị K39	52
3.2. Đánh giá rủi ro thiệt hại do sét gây ra theo tiêu chuẩn IEC 62305	52
3.2.1. Rủi ro và các thành phần.....	52
3.2.2. Công thức xác định rủi ro từ các thành phần	54
3.2.3. Quản lý rủi ro	56
3.3. Đề xuất cải tiến phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra	57
3.4. Giải pháp chống sét để giảm thiểu rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông Viettel.....	58
3.2.1. Giải pháp chống sét bảo vệ an toàn thiết bị cho các trạm viễn thông ...	67
3.2.2. Mô hình chống sét cho 01 trạm viễn thông điển hình.....	69
3.2.3. Triển khai khảo sát, thiết kế và thi công hệ thống chống sét	70
3.5. Kết luận chương 3.....	76
KẾT LUẬN	77
TÀI LIỆU THAM KHẢO	78

DANH MỤC CÁC BẢNG

	<i>Trang</i>
Bảng 1.1: Các đặc điểm cơ bản của dòng sét.....	7
Bảng 1.2: Điện trở suất và điện dẫn suất của đất và nước	9
Bảng 1.3: Phân thực và phân ảo độ thâm điện môi tương đối của đất và nước.....	10
Bảng 1.4: Các tham số điện của đất	11
Bảng 1.5: Độ thâm sâu của dòng điện trong các đất đặc trưng và nước biển khi có xét đến hiệu ứng bề mặt	11
Bảng 1.6: Trình bày các biểu thức tính toán các vùng tia lửa và tia phun....	12
Bảng 1.7: Điện thế trên bề mặt đất có kết cấu khác nhau do dòng sét gây ra	13
Bảng 1.8: Lực tác dụng lên dây dẫn có dòng	14
Bảng 1.9: Các dạng sét vạch và những điểm đặc trưng	17
Bảng 1.10: Các đặc điểm của sét vạch đám mây - đất phân cực âm	19
Bảng 1.11: Các đặc điểm của sét trong đám mây	21
Bảng 1.12: Các dạng tác động của dòng sét đến độ ổn định của công trình viễn thông.....	23
Bảng 1.13: Danh sách mật độ sét từng tỉnh thành.....	27
Bảng 1.14: Kết quả theo dõi các trạm BTS bị sét đánh gây thiệt hại gây thiệt hại từ tháng 01/2018-11/2020.....	38
Bảng 1.15: Ảnh hưởng thiệt hại ước tính do sét gây ra đối với các hệ thống thiết bị và nhà trạm trong các năm 2018, 2019 và 2020.....	38
Bảng 1.16: Số trạm bị sét đánh gây gián đoạn thông tin và thiệt hại hỏng hóc thiết bị.....	39
Bảng 1.17: Số trạm bị sét đánh gây gián đoạn thông tin và thiệt hại hỏng hóc thiết bị.....	39
Bảng 2.1: Giá trị tham số dòng sét theo LPL	42
Bảng 2.2: Giá trị nhỏ nhất của dòng sét và bán kính quả cầu lân tương ứng với LPL.....	42
Bảng 2.3: Giá trị rủi ro chấp nhận được đối với trạm viễn thông	44

Bảng 2.4:	Giá trị rủi ro chấp nhận được đối với trạm viễn thông	44
Bảng 2.5:	Các trị số p cho các vật liệu xây dựng nhà trạm viễn thông	47
Bảng 2.6:	Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ bên ngoài nhà trạm viễn thông ..	47
Bảng 2.7:	Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ trên cáp dẫn vào trạm viễn thông.....	47
Bảng 2.8:	Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ trên cáp dẫn vào trạm viễn thông	48
Bảng 2.9:	Các trị số p cho các lớp bề mặt sàn khác nhau để là giảm điện áp chạm và điện áp bước	48
Bảng 2.10:	Hệ số vị trí lắp đặt.....	49
Bảng 3.1:	Các thành phần rủi ro cho mỗi loại tổn thất của công trình	55
Bảng 3.2:	Các yếu tố ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro.....	55
Bảng 3.3:	Giá trị rủi ro chấp nhận được RT	57
Bảng 3.4:	Giá trị rủi ro chấp nhận được RT đề xuất.....	58
Bảng 3.5:	Kích thước và vật liệu kim thu sét	59
Bảng 3.6:	Kích thước dây thoát sét	60
Bảng 3.7:	Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của cọc nối đất, tấm nối đất.....	62
Bảng 3.8:	Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của dây nối đất.....	63
Bảng 3.9:	Quy định tiết diện dây nối các thành phần nối đất trạm viễn thông	65

DANH MỤC HÌNH ẢNH

	<i>Trang</i>
Hình 1.1:	Sự hình thành của sét 1
Hình 1.2:	Đường cong xác suất phân bố điện tích..... 2
Hình 1.3:	Tia sét sau khi hình thành 3
Hình 1.4:	Dòng điện trong kênh sét 4
Hình 1.5:	Đường cong phân bố xác suất..... 6
Hình 1.6:	Đường cong xác suất phân bố số sét lặp trong một kênh sét..... 7
Hình 1.7:	Các vùng xuất hiện dòng sét trong quá trình truyền lan 12
Hình 1.8:	Đường cong xác suất phân bố giá trị tích phân $\int i_s^2(t)dt$ 14
Hình 1.9:	Quá trình phóng điện của đám mây 15
Hình 1.10:	Cơ cấu sét (a) và sự biến đổi của dòng điện đối với sét lặp (b)..... 16
Hình 1.11:	Bản đồ mật độ sét trung bình năm của Việt Nam..... 26
Hình 2.1:	Quy trình quản lý rủi ro thiệt hại do sét..... 41
Hình 2.1:	Phân vùng chống sét LPZ tại trạm viễn thông..... 42
Hình 2.2:	Thiết kế bãi tiếp địa của 01 trạm viễn thông 43
Hình 2.4:	Mô tả các diện tích rủi ro sét đánh vào khu vực trạm viễn thông .. 46
Hình 3.1:	Giải pháp chống sét trạm viễn thông điển hình 69
Hình 3.2:	Chống sét cho nhà trạm viễn thông sử dụng tủ tập trung 70
Hình 3.3:	Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên trong nhà trạm..... 72
Hình 3.4:	Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên ngoài nhà trạm 73
Hình 3.5:	Chi tiết hệ thống tiếp địa cho cột Anten 03 móng co 73
Hình 3.6:	Chi tiết hệ thống tiếp địa cho cột Anten 04 móng co 74
Hình 3.7:	Hệ thống chống sét cho cột Anten..... 74

GIỚI THIỆU

Giông sét là một hiện tượng phóng điện cực kỳ phức tạp xảy ra trong bầu khí quyển. Các tòa nhà cao tầng, hạ tầng truyền tải điện, phương tiện giao thông như máy bay, tàu thuyền... có thể bị phá hủy, hỏng hóc và thiệt hại khi bị sét tác động vào. Sét cũng có thể gây thương tích hoặc tử vong đối với con người. Đây là mối đe dọa lớn nhất đối với các trạm thu phát sóng (BTS), công trình viễn thông, mạng lưới cáp truyền tải, sét gây ra các tác hại tĩnh điện, điện từ, nhiệt, động lực đến các đối tượng xung quanh như thiết bị kỹ thuật điện, đường dây thông tin, tín hiệu, truyền số liệu, đường dây điện lực, các phương tiện thông tin, vô tuyến điện tử và thường gây ra các thiệt hại lớn...

Mặc dù việc bảo vệ khỏi nguy cơ từ sét có thể được đạt được hiệu quả với các giải pháp công nghệ và kiến thức kinh nghiệm hiện có, nhưng các biện pháp như vậy thường bị bỏ qua ở các quốc gia đang phát triển. Bảo vệ các trạm phát sóng BTS và hệ thống truyền tải khỏi bị sét đánh trực tiếp là bảo vệ tính mạng, cuộc sống của con người và tài sản khác khỏi các hỏng hóc gián tiếp của sét là một thách thức lớn đối với các nhà cung cấp dịch vụ. Việt Nam là một quốc gia ở vùng nhiệt đới nên rất nhiều nơi bị sét đánh tập trung với tần suất lớn trong năm, đặc biệt tại các vị trí có xây dựng và lắp đặt các trạm thu phát sóng viễn thông.

Trong báo cáo luận văn này, tôi đã tập trung nghiên cứu một vài phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông BTS của nhà mạng Viettel nơi tôi đang công tác và làm việc, để từ đó đề xuất đưa ra được các biện pháp bảo vệ để áp dụng tại những trạm BTS đó giúp giảm thiểu thiệt hại về tài sản và đảm bảo chất lượng cung cấp dịch vụ viễn thông tới khách hàng.

CHƯƠNG 1

NGHIÊN CỨU VỀ SÉT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SÉT GÂY RA ĐỐI VỚI CÁC TRẠM VIỄN THÔNG

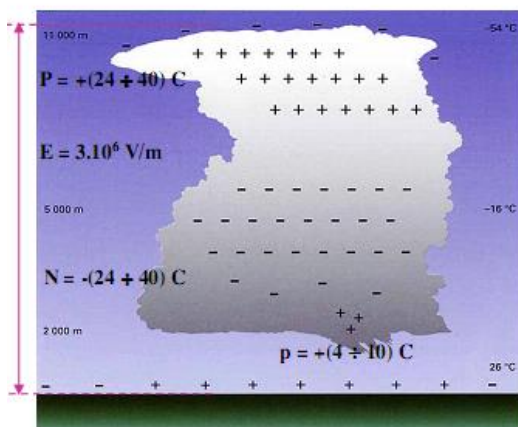
1.1. Nghiên cứu về giông sét

1.1.1. Các đặc điểm cơ bản của sét

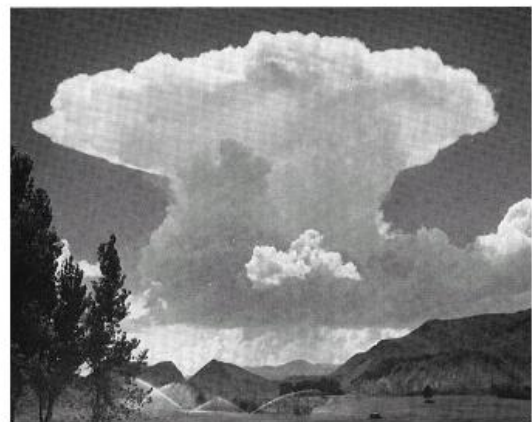
Sự hình thành của sét: Những giọt nước và hạt băng bên trong một đám mây mang theo các điện tích điện. Một số trong số này là điện tích dương và một số khác là điện tích âm. Sét thường xảy ra khi có quá nhiều điện tích âm tích tụ trong một đám mây. Để cân bằng những điện tích âm này, các điện tích dương hình thành dưới đám mây trên mặt đất. Vì các điện tích trái dấu hút nhau, các điện tích âm trong đám mây muốn kết hợp với các điện tích dương trên mặt đất.

Việc các điện tích kết hợp với nhau khó khăn vì điện không di chuyển dễ dàng qua không khí. Tuy nhiên, khi đám mây phát triển, sức mạnh của các điện tích cũng tăng lên. Cuối cùng, các điện tích vượt quá khả năng chịu đựng của không khí và đám mây phát ra một dòng điện âm mạnh mẽ. Khi dòng điện âm di chuyển xuống mặt đất, một dòng điện dương nhảy từ mặt đất để gặp gỡ nó. Khi các dòng điện kết hợp, một tia sáng chói lọi ra phía trên trở lại đám mây. Đó là một tia sét. Quá trình này lặp lại cho đến khi tất cả các điện tích âm trong đám mây đã được sử dụng.

Sự phân cực của đám mây hình thành các trung tâm tích điện trái dấu



Sự phân bố điện tích trong đám mây dông

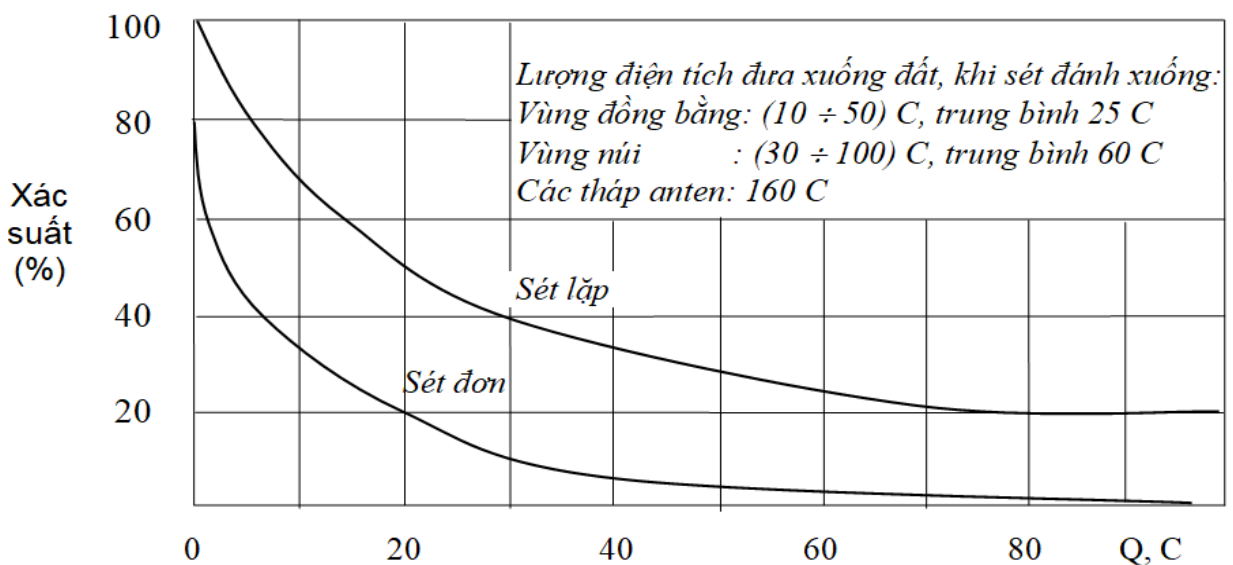


Đám mây dông điển hình

Hình 1.1: Sự hình thành của sét

Giá trị điện tích:

Trong quá trình sét, điện tích mang dao động trong phạm vi từ 0,1 đến vài chục C. Sét đánh xuống các vùng khác nhau sẽ đưa xuống đất các lượng điện tích khác nhau. Sét đánh xuống vùng đồng bằng đưa xuống đất một lượng điện tích trong khoảng $(10 \div 50)$ C (trung bình 25 C), trong khi sét đánh xuống vùng núi đưa đi một lượng điện tích trong khoảng $(30 \div 100)$ C (trung bình 60 C), còn khi sét đánh xuống các tháp Anten đưa đi một lượng điện tích đến 160 C. Điện tích âm đưa xuống đất chiếm $(85 \div 95)\%$ trong đa số các trường hợp khi sét đánh xuống đất. Đường cong xác suất phân bố điện tích được trình bày trên hình sau:



Hình 1.2: Đường cong xác suất phân bố điện tích

Ngoài sét giữa đám mây và mặt đất mà hầu hết mọi người quen thuộc, sét có thể xảy ra bên trong một đám mây, giữa các đám mây, hoặc giữa một đám mây và không khí. Sự tích tụ và giải phóng điện tích điện tạo ra tất cả các loại sét khác nhau: Theo dấu hiệu phía ngoài sét được phân ra thành một số loại. Loại phổ biến nhất là sét vạch với các dạng khác nhau như: sét dải, sét dạng tên lửa, sét dạng chữ chi và dạng nhánh, loại hiếm thấy nhất là sét cầu.

Sét vạch thường gặp nhất trong thiên nhiên và cũng chính là nguồn điện từ mạnh phổ biến nhất.

Sét vạch gồm có các loại như sau:

- Sét vạch “đám mây - đất”;
- Sét vạch “đám mây - lớp khí quyển phía trên”;

- Sét vạch bên trong đám mây (đám mây);
- Sét vạch “đám mây - đám mây”.

Trong các dạng sét vạch thì sét vạch “đám mây - đất” thường hay gặp nhất.

Âm thanh vang vọng lớn sau sét được gọi là sấm. Điện từ của sét làm nóng các khí trong không khí. Khi các khí mở rộng mạnh mẽ, chúng tạo ra một âm thanh lớn...

Để đánh giá độ bền của các công trình, thiết bị viễn thông đối với dòng sét quan trọng nhất là các tham số sau đây:

- Trị số điện tích mang;
- Dòng điện trong kênh sét;
- Số sét lặp trên một kênh sét;
- Cường độ hoạt động của dòng sét.

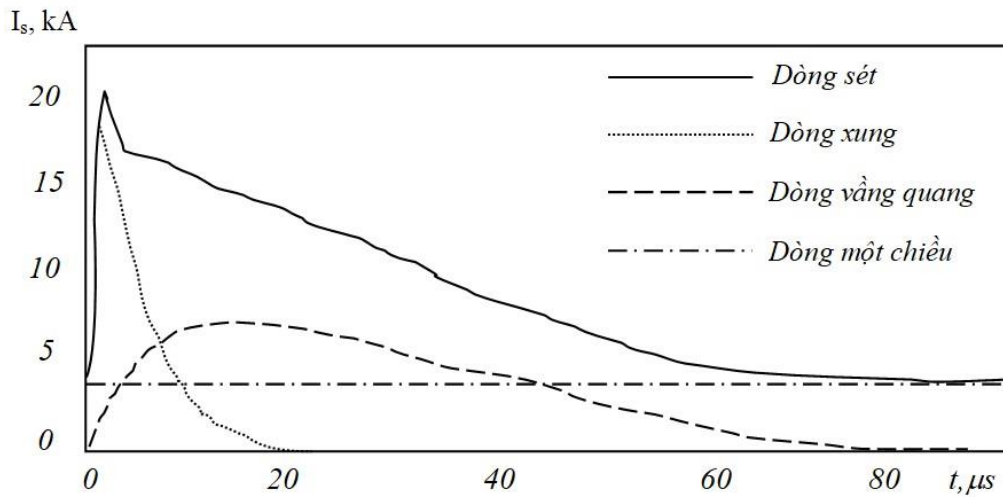


Hình 1.3: Tia sét sau khi hình thành

Dòng sét:

Dòng chảy trong kênh sét là đặc trưng định lượng cơ bản của sét. Dòng trong kênh sét là dòng xung, tăng nhanh từ 0 đến cực đại (sườn trước của sóng xung) và giảm tương đối chậm (sườn sau của sóng xung).

Một dòng sét bao gồm các thành phần dòng xung, dòng vàng quang và dòng một chiều. Hình sau mô tả dòng điện trong kênh sét:



Hình 1.4: Dòng điện trong kênh sét

Xung dòng sét được xác định thông qua đặc tính “biên độ - thời gian” với các thông số sau:

- Biên độ dòng sét I_s ;
- Thời gian (độ dài) sườn trước của xung T_1 .
- Thời gian (độ dài) cho đến lúc sườn sau đạt một nửa giá trị biên độ dòng sét T_2 .

Xung dòng sét (sóng sét) được đặc trưng bằng tỷ số độ dài sườn trước của xung T_1 và độ dài cho đến lúc sườn sau đạt một nửa giá trị biên độ dòng sét T_2 , có nghĩa là (T_1/T_2) .

Ngoài đặc tính "biên độ - thời gian" của xung dòng sét được nêu ra ở trên, trong thực tế còn dùng cả tham số độ dốc trung bình sườn trước của xung

$I'_s = di_s(t)/dt$. Dòng trong kênh sét thay đổi trong một phạm vi rộng từ vài KA đến trăm KA.

Sét có dòng lớn xuất hiện rất hãn hữu. Sét có dòng 200 kA xuất hiện chiếm (0,7 - 1,0)% trong tổng số các trường hợp sét quan sát được. Số trường hợp sét đánh có dòng 20 kA chiếm khoảng 50%. Vì thế người ta xác định biên độ dòng sét dưới dạng đường cong xác suất (như Hình 5a), trong đó trục tung là xác suất xuất hiện dòng sét có giá trị cực đại chỉ ra trên trục hoành. Đường cong xác suất gần đúng với quy luật phân bố xác suất hàm mũ sau đây có thể được sử dụng khi tính toán chống sét:

$$p(I_s \geq I_{stt}) \approx e^{-0,04 I_{stt}} \quad (1.1)$$

Trong đó:

I_S : là giá trị cực đại của dòng sét, kA;

p : là xác suất dòng sét cực đại lớn hơn dòng sét

I_{Stt} ; I'_{Stt} : là biên độ dòng sét tính toán, kA.

Theo ITU, sự phân bố xác suất dòng sét khi tính toán chống sét cho các đường dây thông tin (cả cáp ngầm và treo nổi) được biểu diễn bằng công thức như sau:

$$|p(I_S)| = \begin{cases} 0, & \text{Khi } I_S < 0 \\ 10^{-2 \cdot (a + b I_S)}, & \text{Khi } I_S \geq 0 \end{cases} \quad (1.2)$$

Trong đó :

$$a = 4,617 \text{ và } b = 0,0117 \text{ với } I_S < 20 \text{ kA}$$

$$a = 5,075 \text{ và } b = 0,0346 \text{ với } I_S < 20 \text{ kA}$$

$p(I_S)$ là xác suất xuất hiện dòng sét có biên độ I_S , (I_S tính bằng kA).

Khi sét đánh xuống đất thì biên độ của dòng sét có khuynh hướng giảm khi điện trở suất của đất tăng.

Trong giải điện trở suất của đất $\rho = (200 \div 1100) \Omega\text{m}$, biên độ dòng sét thay đổi gần với quy luật hàm hypecbol bình phương và khi điện trở suất của đất ρ lớn biên độ dòng sét tiến tới một giá trị không đổi và được tính bằng công thức:

$$I_S = 16 + 2 \cdot 10^6 / \rho^2, \text{ kA} \quad (1.3)$$

Cũng như biên độ dòng sét, độ dốc sườn trước của dòng sét biến đổi trong một phạm vi rộng. Đường cong xác suất độ dốc của dòng sét xuất hiện gần giống với quy luật hàm mũ (như Hình 6b). Công thức kinh nghiệm phổ biến nhất về sự phân bố xác suất độ dốc dòng sét có dạng:

$$p(I'_S \geq I'_{Stt}) \approx e^{-0,08 I'_{Stt}} \quad (1.4)$$

Trong đó: I_S là độ dốc sườn trước của dòng sét, kA/ μs ;

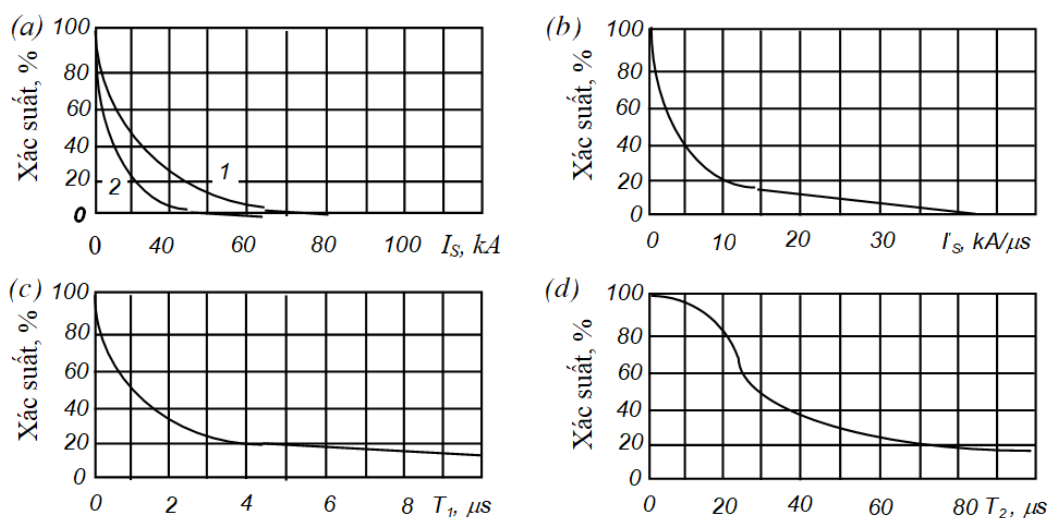
I'_{Stt} là độ dốc tính toán sườn trước của dòng sét, kA/ μs .

Sự phân bố xác suất sét có $I_S \geq I_{Stt}$ và $I'_S \geq I'_{Stt}$ được xác định bằng biểu thức sau:

$$P(I_S \geq I_{Stt}; I'_S \geq I'_{Stt}) \approx e^{-(0,04 I_{Stt} + 0,08 I'_{Stt})} \quad (1.5)$$

Thời gian kéo dài sườn trước của xung dòng sét khi đánh xuống đất dao động trong phạm vi từ 0,5 μs đến 10 μs (xem Hình 5c). Thời gian kéo dài trung bình sườn trước của xung dòng sét thường lấy bằng $T_1 = 2 \mu\text{s}$.

Thời gian kéo dài của xung dòng sét (thời gian kéo dài của xung dòng sét cho đến khi sườn sau đạt 1/2 giá trị biên độ) về cơ bản được xác định bởi thời gian lan truyền của sét ngược từ đất đến đám mây, vì thế nó thay đổi từ 20 μs đến (80 - 100) μs , (như Hình 1.5 d). Thời gian kéo dài của xung dòng sét khoảng 50 μs .



Hình 1.5: Đường cong phân bố xác suất

Ghi chú: Hình 1.5: Đường cong phân bố xác suất: (a) biên độ dòng sét (1: cho vùng đồng bằng, 2: cho vùng núi); (b) độ dốc sườn trước của xung dòng sét; (c) thời gian kéo dài sườn trước của xung dòng sét; (d) thời gian kéo dài của xung dòng sét.

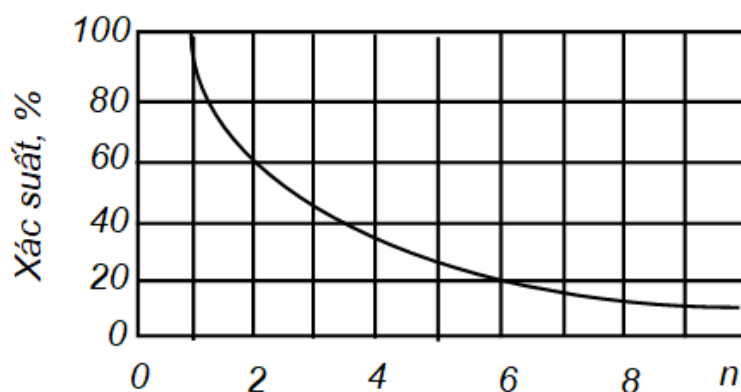
Số sét lặp trong một kênh sét, n

Số sét lặp (n) trong một kênh sét dao động trong phạm vi:

- $n = (2 \div 5)$ chiếm khoảng (25÷70)% các trường hợp;
- $n = 10$ chiếm khoảng 5% các trường hợp.

Số sét lặp trung bình trên một kênh thường lấy là $n = 3$.

Số sét lặp trên một kênh được đặc trưng bằng đường cong xác suất trình bày trên hình sau:



Hình 1.6: Đường cong xác suất phân bố số sét lặp trong một kênh sét

Cường độ hoạt động của dông sét, D

Cường độ hoạt động của dông (D) được xác định bằng số ngày dông trong năm hoặc tổng số giờ dông trong năm. Cường độ hoạt động của dông trong các vùng khí hậu khác nhau thì rất khác nhau.

Cường độ hoạt động của dông được dùng để xác định mức độ tác động của dông đến các công trình, thiết bị viễn thông. Ở Việt nam số ngày dông trong năm ở các vùng phía Bắc là nhỏ và tăng dần lên ở các vùng phía Nam, ở đó độ ẩm không khí tăng lên còn nhiệt độ thì cao có khả năng mạnh hình thành các đám mây dông. Các đặc điểm cơ bản của dông sét nhằm để xem xét đánh giá ảnh hưởng của nó đến độ bền các công trình, thiết bị viễn thông được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.1: Các đặc điểm cơ bản của dông sét

Tham số	Giá trị cơ sở
- Các đặc điểm cơ bản:	
+ Điện thế đám mây dông, V	10^8
+ Bán kính tương đương của đám mây dông tích điện âm, km	2,0
+ Độ cao của trung tâm tích điện âm trên mặt đất, km	4,0
+ Tổng thời gian kéo dài của sét, s	
. Mây - Đất	0,5
. Trong đám mây (Mây - Mây)	0,9
+ Chiều dài kênh sét, km	4,5
. Mây - Đất	3,0
. Trong đám mây (Mây - Mây)	

+ Số lượng sét . Mây - Đất . Trong đám mây (Mây - Mây) + Trở kháng sóng tương đương của kênh sét, Ω	3 6 200
- Gây ra hư hỏng cho các công trình của kỹ thuật hàng không vũ trụ và các vật dễ nổ trên mặt đất: + Biên độ dòng sét, kA . Sét thứ nhất . Sét tiếp sau + Độ dốc của dòng sét, kA/ μ s + Độ dài của dòng xung sét, μ s . Sét thứ nhất . Sét tiếp sau + Điện tích của sét, C + Xác suất xuất hiện đặc trưng, %	 200 100 140 75 30 200 1,0
- Gây ra hư hỏng cho các công trình trên mặt đất: + Biên độ dòng sét, kA . Sét thứ nhất . Sét tiếp sau + Độ dốc của dòng sét, kA/ μ s + Thời gian sườn trước của xung dòng sét, μ s . Sét thứ nhất . Sét tiếp sau + Độ dài của dòng xung sét, μ s + Điện tích của sét, C + Số sét đánh lên 1 km ² mặt đất trong một ngày dông + Số giờ dông trong năm, giờ/năm + Xác suất xuất hiện đặc trưng, %	 20 10 10 2 1 50 10 0,1 30 50

Dòng sét trong đất

Tính chất điện của đất xác định khả năng dẫn điện của đất. Các tham số cơ bản của đất bao gồm:

- Điện trở suất của đất $\rho_{đ}$ ($\Omega.m$) hay điện dẫn suất của đất $\sigma_{đ} = 1/\rho_{đ}$ (S/m);
- Độ thấm điện môi của đất, $\epsilon_{đ}$ (F/m);
- Độ từ thấm của đất, $\mu_{đ}$ (H/m).

- Điện trở suất của đất

Điện trở suất của đất ở gần lớp bề mặt thay đổi trong một phạm vi rộng từ 0,2 $\Omega.m$ đến 10⁴ $\Omega.m$, thường là các loại đất đặc trưng như đất sét pha và đất Ôxít nhôm có giá trị điện trở suất từ 10 $\Omega.m$ đến 10³ $\Omega.m$. Điện trở suất của đất phụ thuộc vào thành phần cấu tạo, độ ẩm, lượng muối và nhiệt độ của đất. Các giá trị điện trở suất và điện dẫn suất của một số loại đất và nước được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.2: Điện trở suất và điện dẫn suất của đất và nước

Đặc điểm của vùng	Điện trở suất, ρ ($\Omega.m$)	Điện dẫn suất, $\sigma = 1/\rho$ (S/m)
Vùng ven biển cát khô	$(5,0 \div 10).10^3$	$(0,1 \div 2,0).10^{-3}$
Vùng đồng bằng, đầm lầy, rừng	$(1,2 \div 3,0).10^2$	$(3,0 \div 8,0).10^{-3}$
Vùng đất trồng trọt, đất đen	$(1,0 \div 2,0).10^2$	$(5,0 \div 10).10^{-3}$
Vùng đất có đá	$(0,5 \div 1,0).10^3$	$(1,0 \div 2,0).10^{-3}$
Vùng núi	$(1,0 \div 2,0).10^3$	$(0,5 \div 1,0).10^{-3}$
Nước sông và hồ	$(0,04 \div 1,0).10^3$	$(1,0 \div 24).10^{-3}$
Nước biển	$(0,25 \div 1,0)$	$(1,0 \div 4,0)$

Đất có chứa lượng lớn muối dung dịch có độ dẫn cao hơn so với đất không chứa muối. Vì muối dung dịch có thể hút ẩm đến một chừng mực nào đó, nên đất có chứa muối thường duy trì độ dẫn của mình ở các vùng khô hoặc trong thời gian hạn hán kéo dài. Thông thường giá trị điện trở suất và điện dẫn suất của đất được cho ở nhiệt độ tiêu chuẩn là 180 C. Nhưng trong nhiều trường hợp không thể bỏ qua yếu tố nhiệt độ, vì khi nhiệt độ tăng làm tăng sự dịch chuyển của các ion nên điện trở suất của đất giảm. Sự phụ thuộc điện trở suất của đất vào nhiệt độ được xác định bằng biểu thức sau:

$$\rho_{t^0} = \frac{\rho_{18^0}}{1+(t^0-18^0)} \quad (1.6)$$

Trong đó: ρ_{t^0} là điện trở suất của đất ở nhiệt độ t^0 C, $\Omega.m$;

ρ_{18}^0 điện trở suất của đất ở nhiệt độ 18^0 C , $\Omega.m$;

α là hệ số nhiệt của độ dẫn điện; Giá trị α trong dải nhiệt độ ($18^0\text{C} \div 50^0\text{C}$): $\alpha=0,026$

Độ thẩm điện môi của đất

Trong trường hợp tổng quát độ thẩm điện môi của đất là một số phức:

$$\varepsilon_d = \varepsilon_{dt} - \varepsilon_{da} \quad (1.7)$$

Trong đó: ε_{dt} là phần thực độ thẩm điện môi của đất, được xác định bằng thực nghiệm, F/m;

ε_{da} là phần ảo độ thẩm điện môi của đất, F/m; $\varepsilon_{da} = j \cdot \sigma_d / \omega = j / \omega \rho_d$.

Độ thẩm điện môi tương đối của đất ε'_d phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của đất, độ ẩm và nhiệt độ, có giá trị giao động trong khoảng từ 3 đến 15 (xem Bảng 1.6), riêng đối với nước ngọt và nước biển thường có giá trị gần bằng 80.

Độ thẩm điện môi tương đối của đất ít phụ thuộc vào tần số và điện dẫn suất của đất. Đối với các loại đất điển hình độ thẩm điện môi tương đối giảm khi nhiệt độ giảm.

$$\varepsilon'_d = \varepsilon_{dt} / \varepsilon_0$$

$\varepsilon_0 = (1/36\pi) \cdot 10^{-9}$ là độ thẩm điện môi của chân không, F/m.

Bảng 1.3: Phần thực và phần ảo độ thẩm điện môi tương đối của đất và nước

Dạng đất hoặc nước	Độ thẩm điện môi tương đối, ε'_d			
	Phần thực ε'_{dt}	Phần ảo ε'' ở tần số, kHz		
		1	20	500
Khô (vùng cát, núi)	3 ÷ 5	$(1,8 \div 36) \cdot 10^3$	$(0,9 \div 18) \cdot 10^2$	3,6 ÷ 72
Âm(đầm lầy, đất ruộng)	10 ÷ 15	$(5,4 \div 18) \cdot 10^4$	$(2,7 \div ,5) \cdot 10^3$	$(1,1 \div 3,6) \cdot 10^2$
Nước sông và hồ	80	$(1,8 \div 43) \cdot 10^4$	$(0,9 \div ,3) \cdot 10^3$	$(0,36 \div ,6) \cdot 10^2$
Nước biển	80	$(1,8 \div ,2) \cdot 10^7$	$(0,9 \div ,6) \cdot 10^6$	$(3,6 \div 4,4) \cdot 10^4$

Độ từ thẩm của đất

Độ từ thẩm tương đối của đất μ'_d thường lấy bằng 1, trừ các vùng tập trung quặng sắt lớn, với $\mu'_d = \mu_d / \mu_0$ và $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$, H/m là độ từ thẩm chân không.

Các tham số điện cơ bản của đất

Các tham số điện đặc trưng cho tính chất dẫn điện và xác định sự truyền lan của dòng sét trong các lớp đất, bao gồm:

- Điện trở bề mặt, Z_d ;
- Hệ số truyền lan sóng điện từ, γ_d ;
- Độ thấm sâu của dòng điện trong đất, δ_d

Các tham số này được xác định bằng các biểu thức như trong sau:

Bảng 1.4: Các tham số điện của đất

Tham số	Biểu thức		
	Chính xác	Gần đúng ở tần số thấp, $\sigma_d \gg \omega.\epsilon_d$	Gần đúng ở tần số cao, $\sigma_d \ll \omega.\epsilon_d$
Điện trở bề mặt, Ω	$Z_d = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_d (1 + \frac{\sigma_d}{j\omega\epsilon_d})}}$	$Z_d \approx \sqrt{\frac{j\omega\mu_0}{\sigma_d}}$	$Z_d \approx \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_d}}$
Hệ số truyền lan sóng điện từ	$\gamma_d = j\omega\sqrt{\mu_0\epsilon_d (1 + \frac{\sigma_d}{j\omega\epsilon_d})}$	$\gamma_d \approx \sqrt{j\omega\mu_0\sigma_d}$	$\gamma_d \approx j\omega\sqrt{\mu_0\epsilon_d}$
Độ thấm sâu của dòng điện trong đất khi có hiệu ứng bề mặt	$\delta_d = \frac{1}{j\omega\sqrt{\mu_0\epsilon_d (1 + \frac{\sigma_d}{j\omega\epsilon_d})}}$	$\delta_d \approx \frac{1}{\sqrt{j\omega\mu_0\sigma_d}}$	$\delta_d \approx \frac{1}{j\omega\sqrt{\mu_0\epsilon_d}}$

Bảng sau trình bày độ thấm sâu của dòng điện trong các đất đặc trưng và nước biển khi có xét đến hiệu ứng bề mặt:

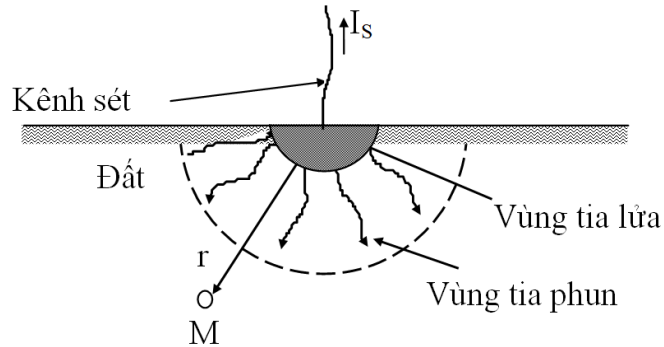
Bảng 1.5: Độ thấm sâu của dòng điện trong các đất

đặc trưng và nước biển khi có xét đến hiệu ứng bề mặt

Tần số, kHz	Độ thấm sâu của dòng điện, δ_d ; m trong đất và nước		
	Đất núi, cát khô $\sigma_d = 10^{-3}$ S/m; $\epsilon'_d = 5_d$	Đất rừng, đầm lầy $\sigma_d = 10^{-2}$ S/m; $\epsilon'_d = 10$	Nước biển $\sigma = 4$ S/m; $\epsilon' = 80$
1	503	159	7,9
20	112	35,5	1,8
500	23	7,2	0,36

Sự truyền lan dòng sét trong đất

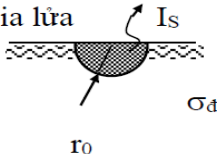
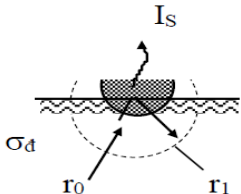
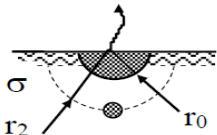
Khi dòng sét phóng xuống đất, ở điểm sét chạm đất thường cường độ điện trường lớn gấp nhiều lần giá trị cường độ điện trường đánh xuyên đất. Tại điểm sét chạm đất sẽ hình thành các vùng tia lửa và tia phun. Các vùng xuất hiện dòng sét trong đất được trình bày trên hình sau:



Hình 1.7: Các vùng xuất hiện dòng sét trong quá trình truyền lan

Vùng tia lửa được xác định như là vùng có độ dẫn cao. Kích thước của vùng tia lửa phụ thuộc vào tính chất điện của đất, biên độ dòng sét và được xác định bởi cường độ điện trường đánh xuyên cực đại E_{dxmax} của dòng sét lan truyền. Đồng thời các tia riêng rẽ bắn ra ngoài phạm vi vùng tia lửa để hình thành vùng tia phun, có kích thước được xác định bởi cường độ điện trường đánh xuyên trung bình E_{dxtb} .

Bảng 1.6: Trình bày các biểu thức tính toán các vùng tia lửa và tia phun

Vùng	Biểu thức	Vùng	Biểu thức
Tia lửa 	$r_0 = \sqrt{\frac{I_s}{2\pi\sigma_d E_{dx\max}}}$	Tia phun, trong đó có các vật với độ dẫn cao.	$r_2 = r_0 \left(1 + \frac{E_{dx\max}}{E_{dxtb}}\right)$
Tia phun 	$r_1 = \frac{r_0 E_{dx\max}}{E_{dxtb}}$		
Chú thích: Các tham số cường độ điện trường đánh xuyên đối với đất có $\rho_d = (100 \div 1000) \Omega.m$: $E_{dx\max} = (1000 \div 1400) \text{ kV/m}$; $E_{dxtb} = (250 \div 500) \text{ kV/m}$			

- Xác định điện thế tại một điểm trong lòng đất do dòng sét gây ra

Nếu giả thiết rằng dòng sét chảy đồng đều theo mọi hướng từ nửa bán cầu của vùng tia lửa vào trong đất, thì trong trường hợp tổng quát điện thế tại một điểm M cách tâm của vùng tia lửa một khoảng cách r (với $r \leq \delta_d$) là độ thâm sâu của dòng điện trong đất khi có xét đến hiệu ứng bề mặt) được xác định bằng công thức:

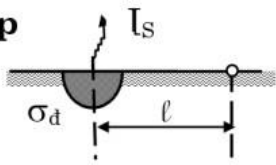
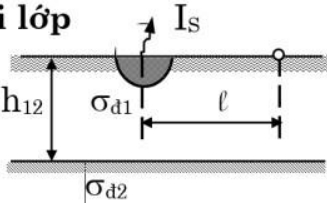
$$\varphi_M = \frac{I_S}{2\pi\sigma_d r(1 + \frac{j\omega\epsilon_d}{\sigma_d})} \quad (1.8)$$

Trong đó: r là khoảng cách từ điểm M (ở trong đất) đến chỗ sét chạm đất.

-Xác định điện thế tại một điểm trên bề mặt đất do dòng sét gây ra

Kết cấu của đất có ảnh hưởng đáng kể đến trị số điện thế. Bảng 1.10 đưa ra các công thức nhằm xác định điện thế tại một điểm trên bề mặt đất do dòng sét truyền lan trong đất có kết cấu 1 và 2 lớp.

Bảng 1.7: Điện thế trên bề mặt đất có kết cấu khác nhau do dòng sét gây ra

Đặc điểm kết cấu của đất	Biểu thức tính điện thế
Một lớp 	$\varphi_l = \frac{I_S}{2\pi\sigma_d l}$
Hai lớp 	$\phi_l = \frac{I_S}{2\pi\sigma_{d1}} \left\{ \frac{1}{l} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left[\frac{(\sigma_{d1} - \sigma_{d2})}{(\sigma_{d1} + \sigma_{d2})} \right]^n}{\sqrt{l^2 + (2nh_{12})^2}} \right\}$

Tác dụng nhiệt năng và động năng của sét đến thiết bị viễn thông

a. Tác dụng nhiệt năng

Dòng sét chảy trên các dây dẫn làm nóng các dây dẫn gây ra tác dụng nhiệt năng, đặc biệt là ở những chỗ tiếp xúc kém. Nhiệt độ tăng cực đại của dây dẫn khi có dòng sét chảy qua mà không phát năng lượng ra môi trường xung quanh được xác định bằng công thức:

$$\Delta T = \frac{2,4.10^{-4} R_0 \int_0^{\tau} i_s^2(t).dt}{\chi m_0} \quad (1.9)$$

Trong đó:

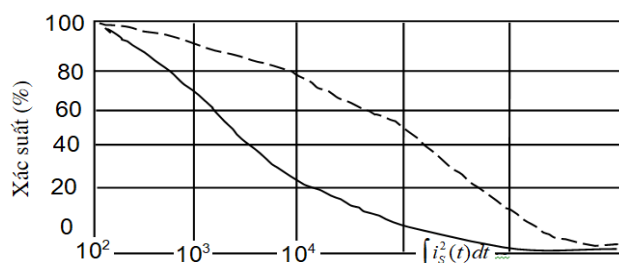
R_0 là điện trở trên một đơn vị độ dài của dây dẫn, $\Omega.m$;

τ là thời gian dòng sét chảy trên dây dẫn, s;

χ là nhiệt dung của kim loại làm dây dẫn, Kcal/kg;

m_0 là trọng lượng trên một đơn vị độ dài của dây dẫn, kg/m.

Tích phân $\int i_s^2(t)dt$ là tích phân sự tác động của dòng sét và có tính chất xác suất. Đường cong xác suất phần trăm phân bố giá trị tích phân $\int i_s^2(t)dt$ được trình bày trên hình sau:

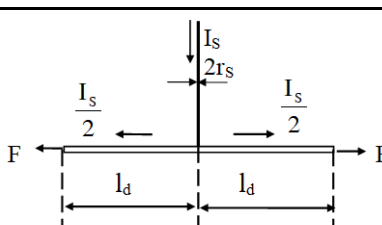
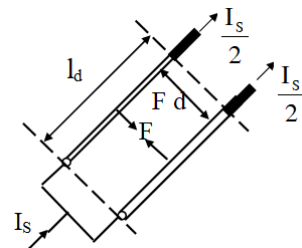


Hình 1.8: Đường cong xác suất phân bố giá trị tích phân $\int i_s^2(t)dt$

b. Tác dụng động năng của sét

Lực tác dụng lên dây dẫn có dòng sét được xác định bằng công thức được trình bày trong bảng sau:

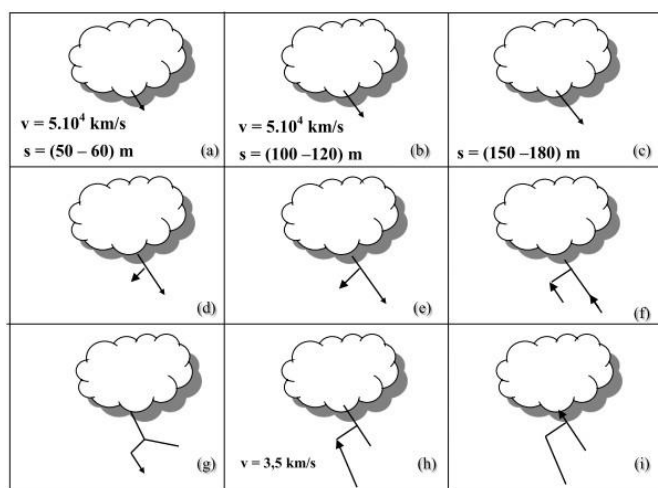
Bảng 1.8: Lực tác dụng lên dây dẫn có dòng

Dạng tác dụng	Biểu thức xác định
	$F = \left(\frac{\mu_0}{8\pi}\right) I_s^2 \ln\left(\frac{l_d}{r_s}\right)$ Trong đó : r_s - bán kính của kênh sét.
	$F = \left(\frac{\mu_0}{8\pi}\right) I_s^2 \left(\frac{l_d}{r_s}\right)$

1.1.2. Cơ cấu của sét

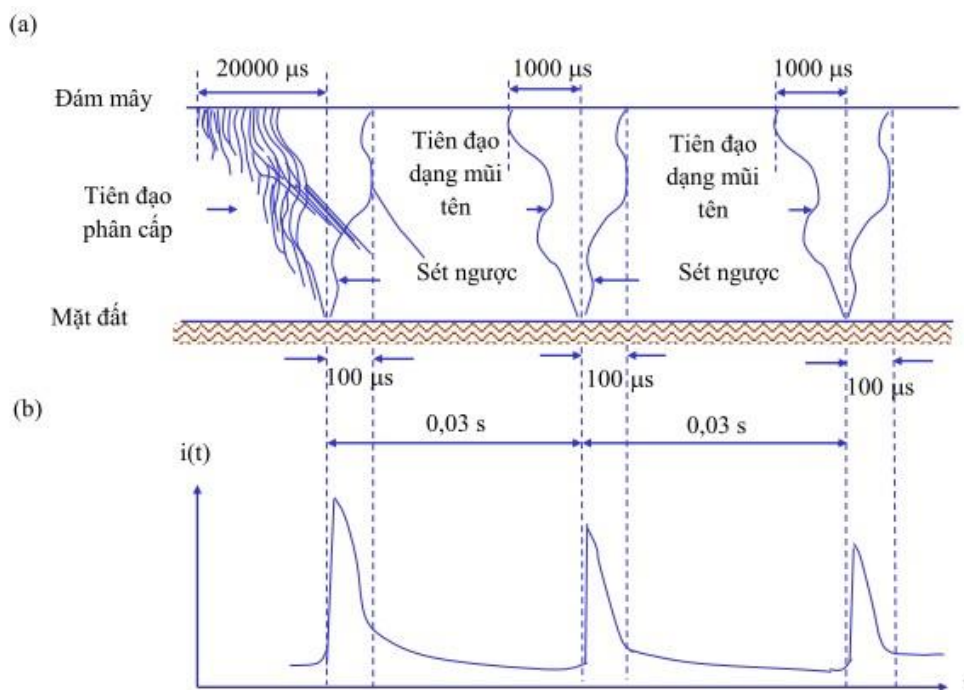
Hầu hết các đám mây dông, điện tích dương $P = + (24 \div 40) ^\circ\text{C}$ nằm ở phía trên, điện tích âm $N = - (24 \div 40) ^\circ\text{C}$ nằm ở phía dưới. Ở phần thấp nhất của đám mây có thể có một vùng thứ 3 (không lớn lắm) chứa các điện tích dương $p = + (4 \div 10) ^\circ\text{C}$. Trong một số trường hợp hãn hữu, có thể có phân cực ngược lại, tức là đám mây phân cực âm, với các điện tích âm nằm ở phần trên của đám mây.

Chiều cao của đám mây dông điển hình khoảng $(8 \div 12)$ km. Với đám mây có chiều rộng vừa phải, tâm của điện tích khối âm phân bố ở độ cao $(2 \div 5)$ km, còn tâm của điện tích khối dương phân bố ở độ cao $(6 \div 10)$ km. Trong quá trình tích lũy các điện tích có phân cực khác nhau, một trường điện có cường độ gia tăng được hình thành xung quanh đám mây. Khi Gradien điện thế ở một điểm bất kỳ của đám mây đạt giá trị tới hạn về tính chất cách điện của không khí (với áp lực khí quyển bình thường, khoảng $3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$) ở đó xảy ra sự phóng điện hay sét tiên đạo. Sự phóng điện bắt đầu ở gần đám mây sẽ được truyền với tốc độ khoảng $5 \cdot 10^4 \text{ km/s}$ theo hướng mặt đất. Nhưng sự phóng điện này không tới được mặt đất mà sẽ tạm dừng chuyển động ở cách đám mây một khoảng cách $(50 \div 60) \text{ m}$. Sự phóng điện mới bắt đầu phát triển có cùng tốc độ và cùng con đường với sự phóng điện thứ nhất sau một khoảng thời gian gần $10 \mu\text{s}$ cũng hướng xuống đất và dừng lại ở cách đám mây một khoảng cách $(100 \div 120) \text{ m}$. Sau khi kết thúc sự phóng điện lần thứ hai bắt đầu sự phóng điện lần thứ ba cũng theo cùng đường và dừng lại ở cách xa đám mây thêm một khoảng cách là $(50 \div 60) \text{ m}$. Các phóng điện mới lại xuất hiện cho đến khi sự phóng điện cuối cùng tới mặt đất.



Hình 1.9: Quá trình phóng điện của đám mây

Quá trình hình thành kênh sét từ đám mây tới mặt đất xảy ra kiểu từng cấp và để kết thúc đòi hỏi một khoảng thời gian chừng một nghìn microgiây. Số lượng các xung phụ thuộc vào khoảng cách giữa đám mây tích điện và mặt đất. Sự phóng điện ban đầu này gọi là sự phóng điện dẫn đường hay còn gọi là tiên đạo sét và có hiệu ứng phát sáng không đáng kể. Sau khi tiên đạo tới mặt đất, bắt đầu sự phóng điện phát sáng từ mặt đất tới đám mây với tốc độ trung bình là 3,5 km/s và được gọi là sự phóng điện chính. Sự phóng điện chính chỉ có thể xuất hiện từ mặt đất tới đám mây. Vì độ dẫn của đám mây rất nhỏ so với độ dẫn của đất nên điện thế của trung tâm tích điện trong đám mây giảm rất nhanh. Điều này thường là nguyên nhân xuất hiện sự phóng điện chính tiếp theo từ mặt đất tới đám mây. Sự hình thành phóng điện chính tiếp sau khác với sự hình thành phóng điện lần đầu.



Hình 1.10: Cơ cấu sét (a) và sự biến đổi của dòng điện đối với sét lặp (b)

Cơ cấu sét và sự biến đổi của dòng điện đối với sét lặp được trình bày ở hình trên. Ta thấy rằng sét thứ hai cũng như sét thứ nhất, gồm có tiên đạo hướng từ đám mây tới mặt đất và sét chính (sét ngược) hướng ngược lại sau khi tiên đạo đến mặt đất, nhưng khác với sét thứ nhất là ở chỗ tiên đạo không phân cấp và có tốc độ đều, lớn hơn hoặc nhỏ hơn một ít, khoảng 2.10^3 km/s. Tiên đạo lặp này gọi là tiên đạo dạng mũi tên. Số lượng sét lặp trên cùng một kênh từ 2

đến 10 hoặc có thể lớn hơn. Nếu khoảng thời gian giữa 2 sét chính liên tiếp tương đối lớn và sự ion hoá trong kênh sét giảm nhỏ hơn trị số tới hạn thì tiên đạo lặp mất khả năng chuyển động dạng mũi tên và bắt đầu truyền lan kiểu phân cấp.

Các dạng của sét vạch và những điểm đặc trưng của chúng được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.9: Các dạng sét vạch và những điểm đặc trưng

Dạng sét		Những điểm đặc trưng
Đám mây đất	Cực tính âm	Được hình thành từ vùng điện tích khối âm của đám mây chính. Chiếm tỷ lệ khoảng $(85 \div 95)\%$ trong sét “đám mây - đất”. Trên cùng một kênh diễn ra một vài sét, các xung dòng điện gián đoạn với biên độ nhỏ không đổi chảy giữa các lần sét này. Trong quá trình hình thành và phát triển xảy ra 3 giai đoạn: Giai đoạn tiên đạo, giai đoạn chính và giai đoạn dư quang. Đây là dạng sét nguy hiểm nhất đối với các máy vô tuyến điện tử.
	Cực tính dương	Chiếm khoảng $(5 \div 15)\%$ trong các trường hợp xuất hiện sét Đám mây - Đất, thường vào cuối cơn dông và chủ yếu nhằm vào các vật cao trên mặt đất. Điện tích dương đưa xuống đất trung bình lớn hơn 3 lần điện tích sét âm và chỉ xảy ra 1 lần. Xung dòng điện của sét dương so với xung dòng của sét âm về biên độ lớn gấp $(1,5 \div 2)$ lần, thời gian sườn xung trước lớn gấp 5 lần và sườn sau lớn gấp $(7 \div 8)$ lần.

Dạng sét	Những điểm đặc trưng
Đám mây - Lớp khí quyển phía trên	Là dạng sét tương đối hiếm, do tác dụng che chắn của các điện tích trong đám mây dông. Không có giai đoạn chính, sét được bắt đầu và kết thúc ngay trong giai đoạn tiên đạo. Dạng sét này chỉ gây ra ảnh hưởng tĩnh điện đến các phương tiện vô tuyến điện tử.
Bên trong đám mây (Đám mây)	Dạng sét này chiếm khoảng 50% của tất cả các dạng dông sét. Sét được lan truyền trong không gian tương đối chậm, không phân cấp và được kết thúc bằng sét đánh trả yếu ớt. Sự phát triển sét diễn ra đồng thời từ các vùng có các điện tích khác dấu. Thời gian sét bằng tổng thời gian sét Đám mây - Đất. Sét ngang thường là ngắn hơn sét đứng. Dạng sét này gây ảnh hưởng đến độ ổn định đối với các hệ thống vô tuyến điện tử truyền các tín hiệu rời rạc, đặc biệt ảnh hưởng đối với các đường dây thông tin mắc nổi trên mặt đất.
Đám mây - Đám mây (Bất thường)	Là hiện tượng sét kéo dài ít được nghiên cứu. Sét có chiều dài (40 ÷ 50) km khi truyền từ một đám mây có điện tích khối này tới một đám mây có điện tích khối khác. Dạng sét này có các đặc điểm yếu hơn dạng sét trong đám mây.

Sét vạch “đám mây - đất” phân cực âm là loại sét nguy hiểm nhất đối với các thiết bị thông tin. Các đặc điểm của sét vạch “đám mây - đất” phân cực âm được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.10: Các đặc điểm của sét vạch đám mây - đất phân cực âm

Tham số	Cực tiểu	Đặc trưng	Cực đại
- Đám mây dông: + Điện tích âm được trung hoà lúc sét, C + Điện thế, V + Chiều cao phân bố của các tâm tích điện trên mặt đất, km: . Tâm tích điện dương phía dưới . Tâm tích điện âm ở giữa + Khoảng cách giữa các tâm tích điện dương ở dưới và ở trên, km	10 3.10^7 1,5 2 5	40 10^8 2 4 10	200 10^9 5 8 18
- Tiên đạo dạng phân cấp: + Chiều dài của cấp, m + Khoảng thời gian giữa các cấp, μs + Tốc độ truyền, m/s + Điện tích mang, C	3 30 10^5 3	50 50 $1,5.10^5$ 5	200 120 $2,6.10^6$ 20
- Tiên đạo dạng mũi tên: + Tốc độ truyền, m / s + Điện tích mang, C	10^6 0,2	2.10^6 1	2.10^7 6
+ Tốc độ truyền của sét ngược,	2.10^7	5.10^7	$1,5.10^8$

m/s			
+ Độ dốc của dòng điện, kA/ μ s	1	10	120
+ Thời gian đạt giá trị cực đại của dòng điện, μ s	0,1	2	20
+ Biên độ dòng điện, kA	2	20	200
. Sét thứ nhất	2	10	100
. Sét tiếp theo	5	50	100
+ Thời gian sét, ms	10	50	200
+ Thời gian đến lúc sườn sau đạt nửa giá trị cực đại của dòng điện, μ s	1,5	4,5	14
+ Chiều dài kênh sét, km	0,1	5	12
+ Đường kính kênh sét, cm			
+ Điện tích mang (không kể dòng điện một chiều), C	0,2	5	25
+ Điện dẫn suất của kênh sét, S/m	4.10^7	$5,6.10^7$	7.10^7
+ Trở kháng sóng tương đương của kênh sét, Ω	100	200	300

Sét trong đám mây là Sét này thường xảy ra giữa các trung tâm tích điện khác dấu của đám mây dông. Nó được chia ra làm 3 dạng chính như sau :

- Sét dương hướng thẳng đứng
- Sét âm hướng thẳng đứng
- Sét âm hướng nằm ngang

Các đặc điểm của sét trong đám mây được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1.11: Các đặc điểm của sét trong đám mây

Tham số	Cực tiểu	Đặc trưng	Cực đại
- Đám mây dông: + Điện tích trung hoà, C + Độ cao phân bố trung tâm tích điện trên mặt đất, km . Tâm tích điện âm . Tâm tích điện dương + Khoảng cách giữa các trung tâm tích điện khác dấu, km . Theo hướng thẳng đứng . Theo hướng nằm ngang	0,3 3 4 1 0,5	30 5,5 6 1,5 3	200 8 10 2 10
- Giai đoạn tiên đạo: + Tốc độ truyền, m / s + Thời gian, ms	0,5.10 ⁴ 50	10 ⁴ 200	2.10 ⁴ 500
- Sét ngược: + Tốc độ truyền, m/s + Biên độ của dòng xung, kA + Thời gian ứng với giá trị cực đại của dòng xung, μ s + Thời gian ứng với sườn sau của dòng xung đạt nửa giá trị cực đại của nó, ms + Thời gian của một xung dòng, ms + Điện tích trung hoà cho một lần phóng, C	10 ⁶ 1 0,1 0,02 1 0,1	2.10 ⁶ 8 0,5 0,05 2 3,5	4.10 ⁶ 20 2 0,5 4 30
- Sự loé sáng của sét đám mây: + Số lượng xung dòng riêng biệt + Khoảng thời gian giữa các xung dòng, ms + Biên độ dòng điện một chiều, A + Thời gian chảy của dòng một chiều, ms + Thời gian loé sáng, s	4 2 100 100 0,5	6 10 200 300 0,9	8 30 500 700 1,2

1.1.3.Các dạng tác động của sét đến thiết bị viễn thông

Các trạm viễn thông của các nhà mạng thường được lắp đặt rất nhiều các thiết bị điện tử như thiết bị thu phát sóng điện thoại(BTS 2G, 3G, 4G), các thiết bị cung cấp dịch vụ internet và băng rộng cố định(Metro, DSLAM, Site Router, OLT...), các thiết bị cơ điện (tủ nguồn, Accu...), trong quá trình hoạt động các trạm viễn thông này thường bị tác động các dạng sét đánh như:

- **Tác động nhiệt:** Dòng điện cao do sét có thể làm hỏng các linh kiện nhạy cảm trong thiết bị viễn thông dẫn đến hỏng hóc hoặc chập, cháy gây thiệt hại nghiêm trọng.

-**Tác động tĩnh điện:** Tác động tĩnh điện của sét đến các công trình viễn thông có liên quan đến sự ảnh hưởng của trường điện ở giai đoạn trước lúc xảy ra sét, giai đoạn tiên đạo, giai đoạn sét chưa kết thúc hoặc sét giữa các đám mây (bên trong đám mây).

- **Tác động điện từ:** Tác động điện từ của sét đến các công trình viễn thông có liên quan đến ảnh hưởng cảm ứng của dòng điện kênh sét lên các mạch của thiết bị viễn thông khi ở gần vùng ảnh hưởng, ở khoảng cách tương ứng với chiều dài của kênh sét hoặc ảnh hưởng của các xung điện từ dòng sét ở các khoảng cách lớn.

- **Tác động của dòng sét:** Tác động của dòng sét có liên quan đến sét đánh trực tiếp các công trình viễn thông hoặc các bộ phận của công trình viễn thông và đồng thời có dòng điện lớn chảy qua nó.

- **Tác động galvanic:** Tác động galvanic có liên quan đến dòng sét chảy trong đất và đồng thời một bộ phận của dòng sét rẽ nhánh đi vào thiết bị viễn thông qua hệ thống tiếp đất.

- **Tác động thứ cấp (Tạp âm thứ cấp):** Tác động thứ cấp có liên quan đến ảnh hưởng của tạp âm điện từ lên các mạch thứ cấp của thiết bị viễn thông mà nguồn tạp âm là từ các mạch sơ cấp chịu ảnh hưởng trực tiếp.

Theo báo cáo của các nhà mạng viễn thông trong nước thì khi bị sét đánh vào các trạm viễn thông, mức độ ảnh hưởng, thiệt hại tương đối lớn.Các thiết bị hỏng hóc tập trung vào 02 nhóm chính là nhóm thiết bị Cơ điện, phụ trợ (Automat,

bộ cắt lọc sét, ATS, tủ nguồn AC, DC, Accu, Máy phát điện) , nhóm thiết bị viễn thông (thiết bị IP, thiết bị truyền dẫn, Viba, VSAT, RRU, BaseBand..) gây thiệt hại về kinh tế hàng triệu USD mỗi năm.

1.1.4. Các nguyên nhân chính sét gây ảnh hưởng đến công trình viễn thông:

Các công trình thông tin bị hư hỏng do sét gây ra chủ yếu vào các thời gian dông sét trong năm, từ tháng ba đến tháng chín đôi khi kéo dài sang cả tháng mười. Các con đường chính sét xâm nhập có thể gây ảnh hưởng đến công trình viễn thông bao gồm :

- Sét xâm nhập qua thiết bị anten - phi đơ;
- Sét xâm nhập qua các đường dây thông tin treo nổi (dây trần và cáp treo);
- Sét xâm nhập qua cáp thông tin ngầm;
- Sét xâm nhập qua cáp, dây nối giữa các thiết bị viễn thông;
- Sét xâm nhập qua các mạch cung cấp điện cho thiết bị viễn thông;
- Sét xâm nhập qua hệ thống tiếp đất và các điểm đấu chung ;
- Sét xâm nhập qua các vỏ che chắn của các thiết bị viễn thông.

Tác động của dông sét đến công trình viễn thông là do các ảnh hưởng tĩnh điện, ảnh hưởng điện từ, ảnh hưởng của dòng sét, ảnh hưởng galvanic và ảnh hưởng thứ cấp. Các dạng tác động của dông sét đến độ ổn định của công trình viễn thông qua các con đường sét xâm nhập khác nhau được trình bày trong bảng sau:

*Bảng 1.12: Các dạng tác động của dông sét
đến độ ổn định của công trình viễn thông*

Các con đường chính sét xâm nhập gây ảnh hưởng đến công trình viễn thông	Các dạng tác động của dông sét				
	Tĩnh điện	Điện từ	Dòng sét	Galvanic	Thứ cấp
Thiết bị anten phi đơ	+	+	+		+
Đường dây treo nổi (dây trần và cáp treo)	+	+	+	+	+
Cáp thông tin ngầm		+	+	+	

Cáp nối giữa các thiết bị viễn thông		+	+	+	+
Các mạch cung cấp nguồn		+	+	+	+
Các hệ thống tiếp đất và các điểm chung				+	
Vỏ che chắn của các thiết bị viễn thông	+	+	+	+	+
Ghi chú: Dấu + biểu hiện dạng tác động của sét xảy ra đối với loại công trình viễn thông xem xét.					

1.1.5. Phân vùng mật độ sét, vùng sét nguy hiểm và vùng chống sét

Mỗi ngày, có hàng ngàn cơn bão dông trên Trái Đất tạo ra hàng triệu cú sét, hầu hết trong số đó xảy ra ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Việt Nam là một trong các Quốc gia hứng chịu nhiều cơn bão hàng năm do đó việc sét đánh tập trung vào các công trình dân dụng cũng như công trình viễn thông sẽ gây thiệt hại không nhỏ về kinh tế và thương vong đối với con người.

Theo thông tin từ Viện Vật lý – Địa cầu Việt Nam nằm trong tâm giông bão của Châu Á, có hoạt động dông sét vô cùng mạnh và kéo dài.

Năm 2002, các nhà khoa học thuộc Viện Vật lý Địa cầu đã bước đầu thu thập được các số liệu lịch sử liên quan đến dông sét ở Việt Nam, tạo cơ sở cho việc xây dựng bản đồ sét trên phạm vi toàn quốc.

Bản đồ phân vùng mật độ sét trung bình năm (số lần/km²/năm) trên lãnh thổ Việt Nam (**Hình 1.11**) được phân thành các vùng với các đường đồng mức như sau: Nhỏ hơn 1,4; từ 1,4 đến 3,4; từ 3,4 đến 5,7; từ 5,7 đến 8,2; từ 8,2 đến 10,9; từ 10,9 đến 13,7 và lớn hơn 13,7.

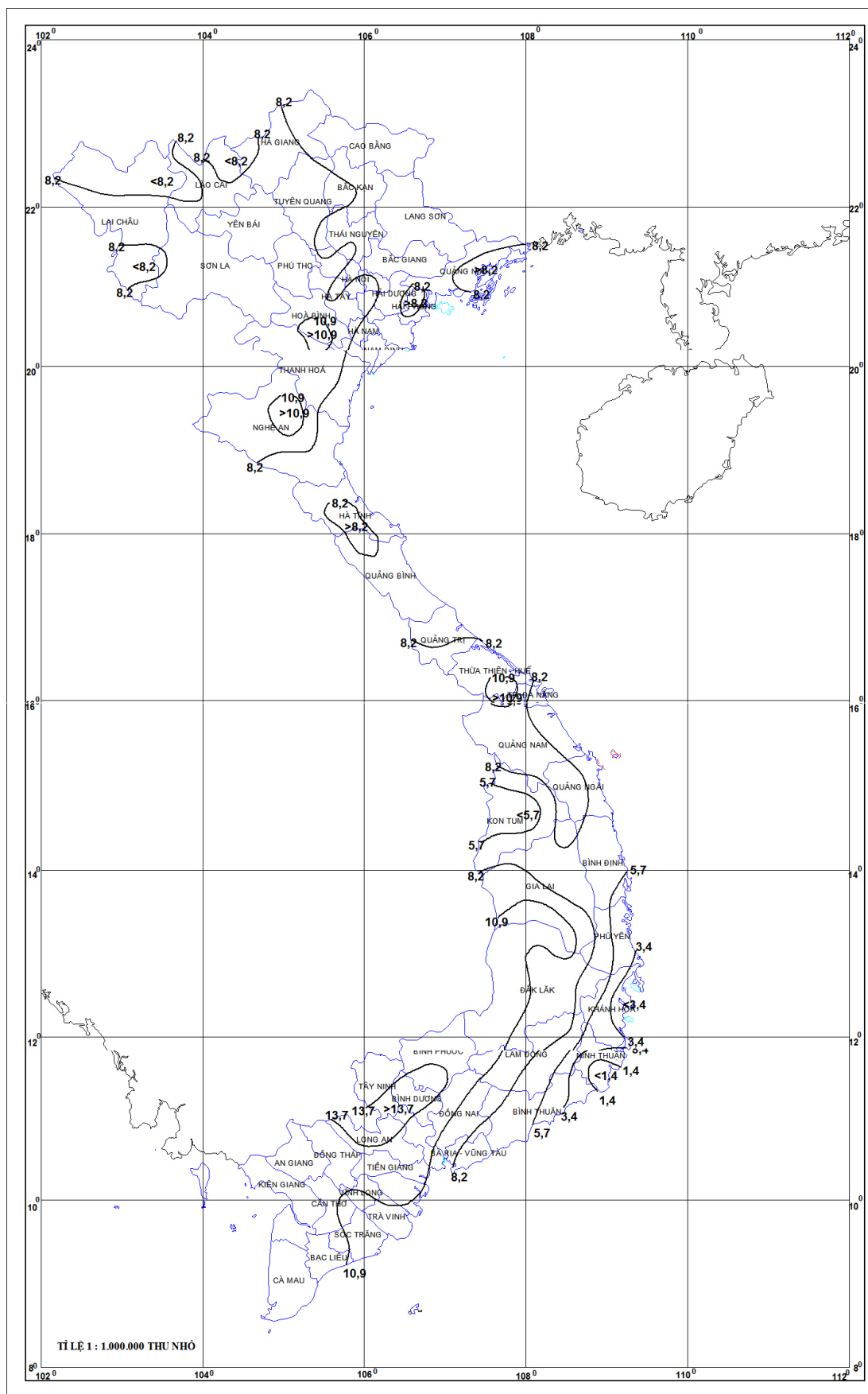
Bản đồ giông sét (hay bản đồ sét) là một công cụ quan trọng trong dự báo thời tiết, giúp theo dõi và dự báo hoạt động sét trong một khu vực cụ thể. Ý nghĩa của bản đồ giông sét bao gồm:

Xác định khu vực bị ảnh hưởng: Bản đồ giông sét cho thấy các khu vực đang hoặc sẽ bị ảnh hưởng bởi sét. Điều này giúp người dân và cơ quan chức năng có thể đề phòng và chuẩn bị trước các tình huống khẩn cấp.

Độ mạnh và tần suất sét: Bản đồ cũng cung cấp thông tin về cường độ và tần suất của sét trong khu vực, cho phép dự báo nguy cơ sét đánh mạnh hoặc kéo dài. Nó cho thấy sự phân bố của các đám mây tích điện, có khả năng gây ra sét và mưa lớn.

Hỗ trợ trong việc cảnh báo thời tiết: Dựa trên bản đồ giông sét, các cơ quan khí tượng có thể đưa ra các cảnh báo sớm cho người dân về khả năng xảy ra giông sét, giúp giảm thiểu rủi ro tai nạn do sét gây ra. Các nhà mạng viễn thông có thể căn cứ vào đó để tính toán, triển khai giải pháp và lắp đặt các thiết bị chống sét bảo vệ cho nhà trạm để giảm thiểu thiệt hại và đảm bảo chất lượng dịch vụ viễn thông.

Dưới đây là bản đồ sét và phân vùng mật độ sét theo từng tỉnh thành của Việt Nam:



Hình 1.11: Bản đồ mật độ sét trung bình năm của Việt Nam

Dưới đây là bảng danh sách mật độ sét từng tỉnh thành (theo QCVN 02:2022/BXD)

Bảng 1.13: Danh sách mật độ sét từng tỉnh thành

TT	Tỉnh, Thành phố	Thành phố, Thị xã, Quận, Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km ² /năm)
1	An Giang	Tp. Long Xuyên, Tp. Châu Đốc, H. An Phú, H. Châu Phú, H. Châu Thành, H. Chợ Mới, H. Phú Tân, Tx. Tân Châu, H. Tịnh Biên, H. Thoại Sơn, H. Tri Tôn	13.7
2	Bà Rịa Vũng Tàu	Tp. Vũng Tàu, Tp. Bà Rịa, H. Châu Đức, H. Côn Đảo,	8.2
		H. Long Điền, H. Đất Đỏ, H. Xuyên Mộc	
		H. Tân Thành, H. Châu Đức	10.9
3	Bắc Kạn	Tp. Bắc Kạn, H. Bạch Thông, H. Chợ Đồn, H. Chợ Mới, H. Na Rì, H. Ngân Sơn, H. Pác 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
		H. 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	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	13.7
		Tx. Bến Cát, H. Dầu Tiếng, H. Phú Giáo	14.9
10	Bình Phước	Tp. Đồng Xoài, Tx. Bình Long, H. Chơn Thành, H. Đồng Phú	14.9
		H. Bù Đốp, H. Bù Đăng, H. Lộc Ninh, Tx. Phước Long	13.7
11	Bình Thuận	Tp. Phan Thiết, 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
		H. Bắc Bình	5.7
		H. Tuy Phong	3.4
12	Cà Mau	Tx. Cà Mau, H. U Minh, H. Thới Bình, H. Trần Văn Thời, H. Cái Nước, H.	13.7

		Đầm Dơi, H. Phú Tân, H. Năm Căn, H. Ngọc Hiển	
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	13.7
15	Đà Nẵng	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
16	Đắk Lắk	Tp. Buôn Ma Thuột, 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	10.9
		H. M'Đrăk	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	10.9
18	Đắk Nông	Tx. Gia Nghĩa, H. Krông Nô	10.9

		H. Đắc Mil, H. Đắc R'Lấp, H. Đắc Song	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	13.7
21	Gia Lai	Tx. An Khê, H. Chư Păh, H. Ia Grai, H. Mang Yang, H. Đắc Đoa, H. Đắc Pơ	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	13.7
22	Hà Giang	Tp Hà Giang, H. Bắc Mê, H. Bắc Quang, H. Mèo Vạc, H. Quản Bạ, H. Vị Xuyên,	10.9
		H. Hoàng Su Phì, H. Quang Bình, H. Xín Mần, H. Đồng Văn, H. Mèo Vạc, H. Yên Minh	8.2
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. Đan Phượng, H. Hoài Đức, H. Mỹ Đức, H. Phú Xuyên, H. Phúc Thọ, H. Quốc Oai, H. Thạch Thất, 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	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	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, Q. Kiến An, H. Bạch Long Vĩ, H. Thủy Nguyên,	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	5.7
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	13.7
		Tp. Phú Quốc	7
33	Kon Tum	Tp. Kon Tum, H. Kon Plông, H. Kon Rẫy, H. Đăk Glei, H. Đăk Hà, H. Sa Thầy	8.2
		H. Đăk Tô, H. Ngọc Hồi	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	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, H. Hưng Nguyên, H. Nam Đàn, H. Thanh Chương, H. Đô Lương, H. Yên Thành, H. Quỳnh Lưu, H. Diễn Châu	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	Tx. Phan Rang – Tháp Chàm, H. Ninh Phước	1.4
		H. Bắc Ái, H. Ninh Sơn	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	10.9
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	5.7

45	Quảng Bình	Tp. Đồng Hới, 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. Bắc Trà My	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, Tây Trà, 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. 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	10.9
51	Sóc Trăng	Tp. Sóc Trăng, H. Cù Lao Dung, H. Kế Sách, H. Long Phú, H. Mỹ Xuyên, Tx. Vĩnh Châu	10.9
		H. Mỹ Tú, Tx. Ngã Năm, H. Thạnh Trị	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. Bỉm 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, H. Yên Định	8.2
		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 3, Quận 4, Quận 5, Quận 6, Quận	13.7
59	Trà Vinh	Tp. Trà Vinh, H. Càng Long	13.7
		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, Sơn Dương	10.9
		H. Sơn Dương	8.2
61	Vĩnh Long	Tp. Vĩnh Long, H. Long Hồ, H. Mang Thít	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	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
----	---------	--	------

1.2. Ảnh hưởng của sét gây ra đối với các trạm viễn thông Viettel

1.2.1. Kết quả theo dõi các trạm BTS bị sét đánh

Bảng 1.14: Kết quả theo dõi các trạm BTS bị sét đánh gây thiệt hại gây thiệt hại từ tháng 01/2018-11/2020.

Tần suất	≥ 3 lần	≥ 2 lần	≥ 1 lần
Số trạm bị sét đánh gây thiệt hại	1.711 trạm	3.489 trạm	8.194 trạm

1.2.2. Ảnh hưởng thiệt hại

Bảng 1.15: Ảnh hưởng thiệt hại ước tính do sét gây ra đối với các hệ thống thiết bị và nhà trạm trong các năm 2018, 2019 và 2020.

STT	Danh mục	2018	2019	2020	Đơn giá tạm tính (USD)	2018	2019	2020	Tổng (USD)
I	Thiết bị Cơ điện					52.875	409.180	762.695	1.624.750
1	Hỏng Attomat	157	209	178	25	3.925	5.225	4.450	13.600
2	Hỏng CLS	233	456	257	15	3.495	6.840	3.855	14.190
3	Hỏng ATS	23	75	125	300	6.900	22.500	37.500	66.900
4	Hỏng Tủ nguồn AC	240	301	312	200	48.000	60.200	62.400	170.600
5	Hỏng Tủ nguồn DC	204	132	245	1.200	244.800	158.400	294.000	697.200
6	Hỏng ACCU	2	12	7	1.500	1.000	6.000	3.500	10.500
7	Hỏng Rec	143	238	1.086	200	28.600	47.600	141.000	217.200
8	Hỏng Card ĐK tủ DC	122	24	18	200	24.400	4.800	3.600	32.800
9	Hỏng MFĐ	183	194	801	500	91.500	97.000	212.000	400.500
10	Hỏng Cảnh báo	17	41	84	15	255	615	390	1.260
II	Thiết bị Viễn thông					821.000	1.531.000	1.270.500	3.622.500
1	Hỏng IP	63	89	61	3.000	189.000	267.000	183.000	639.000
2	Hỏng Viba	13	126	13	1.500	19.500	189.000	19.500	228.000

3	Hồng VSAT	7	4		1.500	10.500	6.000	0	16.500
4	Hồng Truyền dẫn	19	14	21	2.000	38.000	28.000	42.000	108.000
5	Hồng RRU	83	134	173	3.000	249.000	402.000	519.000	1.170.000
6	Hồng Baseband	105	213	169	3.000	315.000	639.000	507.000	1.461.000
						1.273.875	1.940.180	2.033.195	5.247.250

1.2.3. Nguyên nhân

Theo đánh giá tại địa bàn 29 tỉnh phía Bắc trong 06 tháng đầu năm 2021 thì số lượng các trạm viễn thông bị sét đánh gây thiệt hại cụ thể như sau:

Có tổng số 300 trạm bị sét đánh gây gián đoạn thông tin và thiệt hại hồng học thiết bị.

Bảng 1.16: Số trạm bị sét đánh gây gián đoạn thông tin và thiệt hại hồng học thiết bị

Năm 2021	Số trạm bị sét đánh GĐTT hoặc hồng học thiết bị	Số lượt bị sét đánh GĐTT hoặc hồng học thiết bị					Cell*h	Số lượt bị sét đánh thiệt hại thiết bị
			1 lượt	2 lượt	3 lượt	>3 lượt		
Tổng	300	335	285	26	14	10	7056	254
Đã lắp CLS	70	77	66	3	5	3	1882	58
Chưa lắp CLS	230	258	219	23	9	7	5174	196

Tổng số lượt bị sét đánh trạm đã lắp CLS thiệt hại thiết bị là 58 lượt.

Chi tiết do các nguyên nhân như sau:

Bảng 1.17: Số trạm bị sét đánh gây gián đoạn thông tin và thiệt hại hồng học thiết bị.

STT	Nguyên Nhân	Số lượt thiệt hại thiết bị	Tỉ lệ số lượt thiệt hại thiết bị/ Tổng số lượt bị sét đánh thiệt hại thiết bị
1	Lan truyền qua hộp cảnh báo ACV vào tủ nguồn DC	13	22%

2	Lan truyền qua đường điện máy nổ	12	21%
3	Lan truyền qua dây nguồn RRU vào trạm	8	14%
4	CLS SparkGap không cắt hết xung sét còn lượng sét đi vào thiết bị sau CLS	14	24%
5	Lan truyền qua dây Feeder vào trạm	2	3%
6	Hỏng thiết bị đứng trước CLS	9	16%

1.3. Kết luận chương 1

Chương 1 tập trung nghiên cứu về giông sét trong tự nhiên, các dạng tác động của sét tới hệ thống thiết bị viễn thông và thông tin về bản đồ mật độ sét của Việt Nam. Kết quả thu thập các thông tin về thiệt hại do sét gây ra đối với các hệ thống thiết bị viễn thông, CNTT và cơ điện của 01 nhà mạng viễn thông tại Việt Nam. Các nguyên nhân nhân cụ thể ảnh hưởng và thiệt hại do sét đánh đối với nhà trạm và thiết bị.

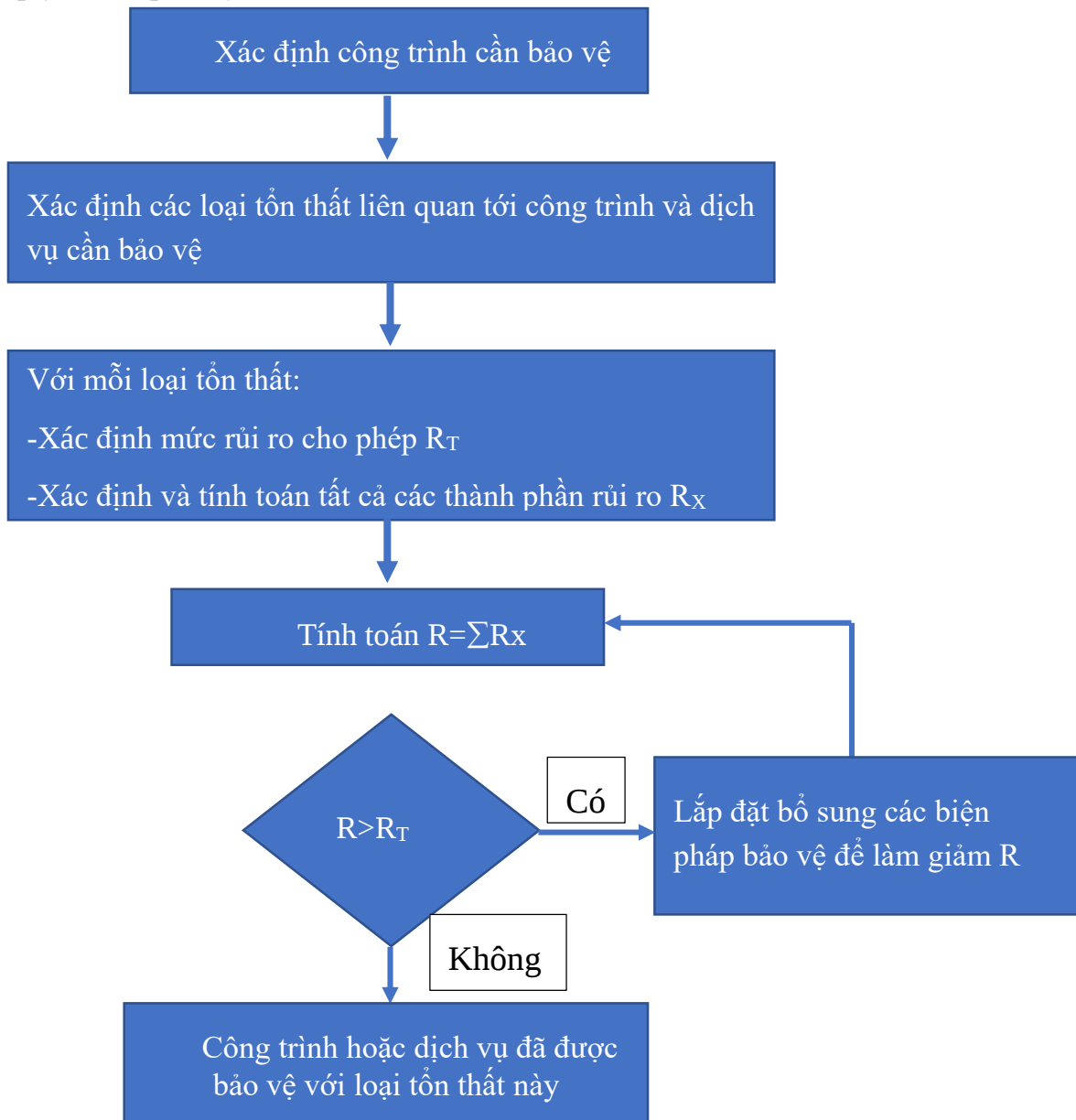
CHƯƠNG 2

NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA VỚI TRẠM VIỄN THÔNG

2.1. Rủi ro và thiệt hại do giông sét gây ra

Rủi ro là giá trị trung bình có thể có của tổn thất hàng năm (về con người và dịch vụ) do sét, tương ứng với tổng giá trị (về con người và dịch vụ) của đối tượng được bảo vệ.

Theo quy định nhà nước thì các công trình nhà trạm viễn thông phải tính toán và công bố mức rủi ro do sét đánh vào công trình. Việc xác định đảm bảo trang bị các biện pháp bảo vệ chống sét cho trạm viễn thông phải được thông qua quy trình quản lý rủi ro như sau:



Hình 2.1: Quy trình quản lý rủi ro thiệt hại do sét

Quy chuẩn này quy định 4 mức bảo vệ chống sét. Với mỗi mức LPL, một tập hợp các tham số dòng sét được ấn định.

Giá trị lớn nhất của tham số dòng sét tương ứng với mức LPL I sẽ không bị vượt quá với xác suất là 99%.

Giá trị lớn nhất của tham số sét tương ứng với LPL I sẽ giảm xuống tới 75% đối với LPL II và 50% đối với các mức III và IV.

Bảng 2.1: Giá trị tham số dòng sét theo LPL

LPL	I	II	III	IV
Dòng đỉnh lớn nhất, kA	200	150	100	100
Dòng đỉnh nhỏ nhất, kA	3	5	10	16

Các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của các tham số dòng sét đối với các mức bảo vệ chống sét khác nhau trong Bảng 1 và được sử dụng để thiết kế các thành phần của hệ thống bảo vệ chống sét (ví dụ, thiết diện dây dẫn, độ dày của vỏ kim loại, khả năng chịu dòng của SPD, khoảng cách cách ly để tránh đánh lửa gây nguy hiểm).

Các giá trị nhỏ nhất của biên độ dòng sét đối với các LPL khác nhau được sử dụng để xác định bán kính quả cầu lăn để xác định vùng bảo vệ LPZ 0b mà sét đánh trực tiếp không tiếp cận được. Giá trị nhỏ nhất của tham số dòng sét cùng với bán kính quả cầu lăn tương ứng được cho trong Bảng 2. Các số liệu này dùng để định vị hệ thống điện cực thu sét và xác định vùng bảo vệ chống sét LPZ 0b.

Bảng 2.2: Giá trị nhỏ nhất của dòng sét và bán kính quả cầu lăn tương ứng với LPL

Tiêu chí	LPL			
	I	II	III	IV
Dòng đỉnh nhỏ nhất I, kA	3	5	10	16
Bán kính quả cầu lăn r, m	20	30	45	60

Các biện pháp bảo vệ như LPS, các dây che chắn, che chắn điện từ và SPD sẽ quyết định các vùng bảo vệ chống sét. Việc phân biệt các vùng bảo vệ chống sét được đặc trưng bởi sự chênh lệch đáng kể của xung điện từ do sét tại các vùng bảo vệ.

2.2. Những yêu cầu về rủi ro do giông sét gây ra

Trạm viễn thông phải được trang bị các biện pháp bảo vệ sao cho giá trị rủi ro không được vượt quá giá trị rủi ro chấp nhận được sau:

Bảng 2.3: Giá trị rủi ro chấp nhận được đối với trạm viễn thông

Loại tổn thất	Rt (năm-1)
Rủi ro tổn thất về con người Rinjury	10^{-5}
Rủi ro tổn thất về dịch vụ Rloss	10^{-3}

Mạng cáp ngoại vi viễn thông phải được trang bị các biện pháp bảo vệ sao cho giá trị rủi ro không được vượt quá giá trị rủi ro chấp nhận được sau:

Bảng 2.4: Giá trị rủi ro chấp nhận được đối với trạm viễn thông

Loại tổn thất	RT (năm-1)
Rủi ro tổn thất về dịch vụ R _{loss}	10^{-3}

2.3. Các phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra

2.3.1. Tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông

Rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông được tính theo công thức sau:

$$R_{injury} = L \cdot p_{inj} \cdot \sum F_i \quad (2.1)$$

$$R_{loss} = L \cdot \sum F_i \quad (2.2)$$

Trong đó:

- F_i là tần suất thiệt hại do sét gây ra đối với nhà trạm, do các nguyên nhân sét đánh trực tiếp vào nhà trạm, sét đánh vào cột ăng ten kề bên, sét đánh xuống đất gần nhà trạm, sét lan truyền qua các đường dây đi vào nhà trạm.

-L là trọng số tổn thất, thể hiện mức độ tổn thất trong một lần thiệt hại do sét gây ra đối với nhà trạm.

+ Với rủi ro tổn thất về con người: $L = 1$;

+ Với rủi ro tổn thất về dịch vụ $L = 2.74 \times 10^{-3}$.

p_{inj} là xác suất giảm nhỏ thiệt hại cho con người, do các biện pháp bảo vệ.

2.3.2. Tính toán tần suất thiệt hại do sét gây ra đối với trạm viễn thông

Tần suất thiệt hại (F) tại một trạm viễn thông với mật độ sét của khu vực đặt trạm (N_g) khi xét đến hiệu quả của các biện pháp bảo vệ vốn có hoặc bổ sung, được xác định bằng công thức:

$$F = N_g(A_d.P_d + A_n.P_n + A_s.P_s + A_a.P_a) \quad (2.3)$$

Hay

$$F = F_d + F_n + F_s + F_a \quad (2.4)$$

Trong đó:

- N_g là mật độ sét đánh tại khu vực đặt trạm, được tính tùy theo khu vực địa lý.

- P là các hệ số xác suất thiệt hại khác nhau phụ thuộc vào các biện pháp bảo vệ hiện có nhằm làm giảm tần suất thiệt hại (F);

- $F_d = N_g.A_d.P_d$ là tần suất thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào nhà trạm (d);

- $F_n = N_g.A_n.P_n$ là tần suất thiệt hại do sét đánh xuống đất ở khu vực trạm (n);

- $F_s = N_g.A_s.P_s$ là tần suất thiệt hại do sét đánh vào cáp hoặc vùng lân cận sét đánh vào trạm (s);

- $F_a = N_g.A_a.P_a$ là tần suất thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào các vật ở gần như cột Anten có liên kết bằng kim loại với trạm viễn thông (a);

- A_d là diện tích rủi ro sét đánh trực tiếp vào trạm viễn thông;

$$A_d = (9ph^2 + 6ah + 6bh + ab) \times 10^{-6}, \text{ km}^2 \quad (2.5)$$

Trong đó:

- a là chiều rộng của trạm viễn thông, m;

- b là chiều dài của trạm viễn thông, m;

- h là chiều cao của nhà trạm, m.

Trong trường hợp diện tích rủi ro sét đánh trực tiếp vào cột ăng ten che phủ một phần diện tích rủi ro sét đánh trực tiếp vào nhà trạm, diện tích A_d được giảm đi phần bị che phủ đó.

A_n là diện tích rủi ro do sét đánh xuống đất cạnh nhà trạm viễn thông làm tăng thế đất ảnh hưởng đến trạm viễn thông. A_n được tính bằng diện tích của một vùng tạo bởi một đường cách nhà trạm viễn thông một khoảng $d=500$ m, trừ đi diện tích rủi ro do sét đánh trực tiếp vào nhà trạm.

Nơi nào có các vật ở gần như các công trình xây dựng cao khác (ví dụ: cột ăng ten, nhà cao tầng) và các cáp dẫn vào thì diện tích A_n sẽ được giảm đi bởi phần diện tích rủi ro che phủ của các công trình đó.

A_s là diện tích rủi ro do sét đánh xuống các đường cáp (thông tin, điện lực) dẫn vào nhà trạm viễn thông. Trường hợp tổng quát, cáp dẫn vào nhà trạm viễn thông gồm các loại treo và chôn, diện tích A_s được tính bằng công thức:

$$A_s = 2 \cdot \sum_{i=1}^n l_i d_i \quad (2.6)$$

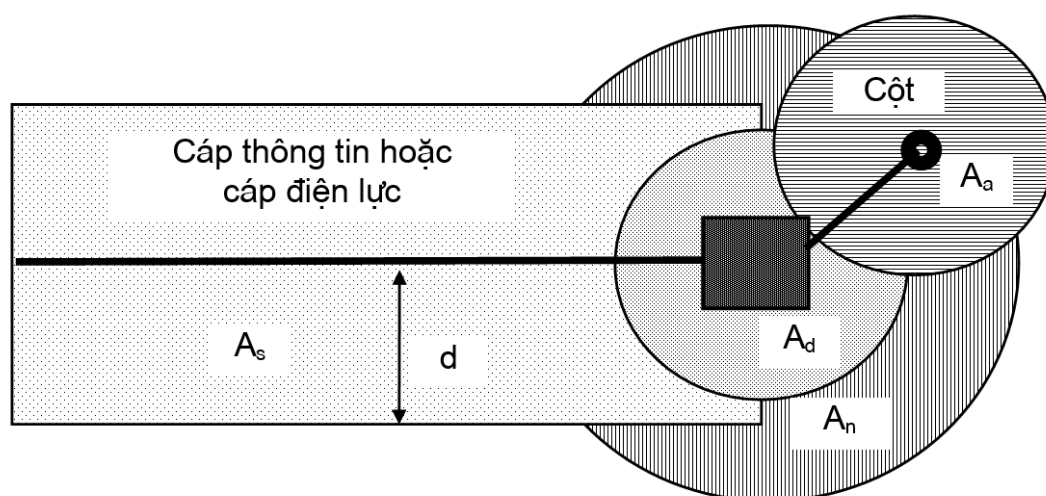
Trong đó:

- l_i là chiều dài của mỗi đường dây, m;
- d_i là khoảng cách tương ứng của mỗi đoạn, m;
- Đối với cáp treo $l_i = 1000$ m
- Đối với cáp ngầm $d_i = 250$ m
- N là số đoạn đường dây chôn ngầm hay treo nổi.

A_a là diện tích rủi ro sét đánh trực tiếp vào cột ăng ten có liên kết bằng kim loại với nhà trạm.

- Đối với cột ăng ten có dạng tháp, diện tích A_a được tính tương tự như A_d ;
- Đối với cột ăng ten là cột trụ tròn, cột tam giác, cột tứ giác có dây co và kích thước nhỏ, A_a được tính bằng diện tích hình tròn bán kính $A_a = \pi \cdot (3h)^2$; (h là chiều cao cột ăng ten).

Diện tích rủi ro do sét đánh vào khu vực trạm viễn thông được mô tả theo hình sau :



Hình 2.4: Mô tả các diện tích rủi ro sét đánh vào khu vực trạm viễn thông

2.3.3. Xác định các hệ số xác suất thiệt hại P

Mỗi hệ số xác suất thiệt hại p thể hiện khả năng làm giảm số thiệt hại do sét của đặc tính bảo vệ tự nhiên của công trình lắp đặt (vật liệu nhà, mạng cáp treo nổi hoặc ngầm) và các biện pháp bảo vệ cho nhà hoặc tại các giao diện cũng như các biện pháp bảo vệ khác cả bên trong và bên ngoài (các thiết bị chống sét, lưới che chắn cáp, kỹ thuật cách điện...). Trong thiết kế chống sét, khi áp dụng một biện pháp bảo vệ sẽ giảm nhỏ xác suất hư hỏng do sét đánh tương ứng, thể hiện qua các hệ số p.

Nếu áp dụng một vài biện pháp bảo vệ cho một đối tượng thì hệ số xác suất thực sự sẽ bằng tích các giá trị riêng rẽ, có nghĩa là :

$$P_{tt} = \prod P_i \quad (P_i \leq 1) \quad (2.7)$$

Các giá trị hệ số P được trình bày trong các bảng sau:

Bảng 2.5: Các trị số p cho các vật liệu xây dựng nhà trạm viễn thông

Các vật liệu làm nhà trạm viễn thông	pd, pa, pn
Không có tính che chắn (gỗ, gạch, bê tông không có thép gia cường)	1
Bê tông cốt thép có kích thước lưới chuẩn	0,1
Kim loại	0,01

Bảng 2.6: Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ bên ngoài nhà trạm viễn thông

Các biện pháp bảo vệ bên ngoài nhà trạm viễn thông	pd, pinj
Không có chống sét cho nhà cả bên ngoài lẫn bên trong	1
Trang bị hệ thống LPS bên ngoài	0,1

Bảng 2.7: Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ trên cáp dẫn vào trạm viễn thông

Các biện pháp chống sét cảm ứng	ps, pn
Khi cáp bên ngoài không được che chắn, không có các thiết bị chống sét	1
Cáp thông tin bên ngoài được che chắn, có trở kháng truyền đạt cực đại 20 Ω/km	0,5

Cáp thông tin bên ngoài được che chắn, có trở kháng truyền đạt cực đại 5 Ω/km	0,1
Cáp thông tin bên ngoài được che chắn, có trở kháng truyền đạt cực đại 1 Ω/km	0,01
Lắp biến áp cách ly tại giao diện mạng hạ áp (điện áp đánh xuyên lớn hơn 20 kV)	0,1
Lựa chọn và lắp thiết bị chống sét có phối hợp tốt với khả năng chịu đựng của thiết bị, kỹ thuật lắp đặt có chất lượng	0,01
Sử dụng cáp quang phi kim loại	0

Bảng 2.8: Các trị số p cho các biện pháp bảo vệ trên cáp dẫn vào trạm viễn thông

Các biện pháp bảo vệ bên trong nhà trạm viễn thông	P_d, P_a, P_n
Thực hiện các cấu hình đấu nối và tiếp đất theo QCVN 32: 2020/BTTTT	0,5
Áp dụng đồng thời các kỹ thuật lắp đặt bên trong nhà trạm	0,1

Bảng 2.9: Các trị số p cho các lớp bề mặt sàn khác nhau để là giảm điện áp chạm và điện áp bước

Loại bề mặt	P_{inj}
Bê tông ẩm	10^{-2}
Bê tông khô	10^{-3}
Nhựa đường, gỗ	10^{-5}
Lớp cách điện bằng vật liệu có điện áp đánh thủng lớn	10^{-6}

2.3.4. Tính toán rủi ro do sét gây ra đối với mạng cáp ngoại vi viễn thông

Xét trường hợp tổng quát, tuyến cáp (cáp kim loại hoặc cáp quang có thành phần kim loại) bao gồm các đoạn chôn ngầm và treo. Rủi ro thiệt hại (R) cần xem xét là rủi ro tổn thất dịch vụ hàng năm do sét đánh trực tiếp. Rủi ro thiệt hại được tính bằng công thức:

$$R = F_{pa}.L_a + F_{pb}.L_b + F_{ps}.L_s \quad (2.8)$$

Trong đó:

- F_{pa} là tần suất thiệt hại đối với đoạn cáp treo;
- F_{pb} là tần suất thiệt hại đối với đoạn cáp chôn ngầm;
- F_{ps} là tần suất thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào kết cấu nơi cáp đi vào;
- L_a là lượng tổn thất trong một lần thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào cáp treo;
- L_b là lượng tổn thất trong một lần thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào cáp chôn ngầm;
- L_s là lượng tổn thất trong một lần thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào kết cấu mà cáp đi vào;

-Đối với cáp kim loại:

$$L_a = 2 \times 10^{-3}$$

$$L_b = 3 \times 10^{-3}$$

$$L_s = 2 \times 10^{-3}$$

-Đối với tuyến cáp quang:

$$L_a = L_b = L_s = 10^{-3}$$

2.3.5. Tần suất thiệt hại đối với đoạn cáp treo và chôn ngầm

Tần suất thiệt hại đối với đoạn cáp treo và chôn ngầm được tính bằng công thức:

$$F_{pa} = 2 \times N_g \times [L - 3(H_a + H_b)] \times D \times p(I_a) \times C_d \times 10^{-6}, \text{ thiệt hại/năm} \quad (2.9)$$

$$F_{pb} = 2 \times N_g \times [L - 3(H_a + H_b)] \times D \times p(I_a) \times C_d \times K_d \times 10^{-6}, \text{ thiệt hại/năm} \quad (2.10)$$

Trong đó:

L là độ dài đường dây, (m);

H_a là chiều cao của công trình nối với đầu “a” của đường dây, (m);

H_b là chiều cao của công trình nối với đầu “b” của đường dây, (m);

$p(I_a)$ là hệ số xác suất dòng gây hư hỏng, được tính bằng công thức:

$$p(i) = 10^{-2} e^{(a-bi)} \text{ với } i \geq 0$$

$$a = 4,605 \text{ và } b = 0,0117 \text{ với } i \leq 20 \text{ kA}$$

$$a = 5,063 \text{ và } b = 0,0346 \text{ với } i > 20 \text{ kA}$$

C_d là hệ số vị trí, được xác định như trong bảng sau:

Bảng 2.10: Hệ số vị trí lắp đặt

Vị trí lắp đặt	C_d
Đường dây lắp đặt trên đồi ở khu vực nông thôn ^{a)}	2
Nông thôn	1
Ngoại vi đô thị	0,5
Đô thị	0,1
Đô thị với nhà cao tầng ^{b)}	0,01
^{a)} Kinh nghiệm chỉ ra rằng đường dây viễn thông lắp đặt trên đỉnh đồi ở khu vực nông thôn thường chịu sét đánh trực tiếp nhiều hơn đường dây lắp đặt ở đồng bằng. Đường dây lắp đặt dọc theo sườn đồi ở khu vực nông thôn cũng tương tự. ^{b)} Nhà cao tầng cao hơn 20 m.	

N_g là mật độ sét, ($\text{km}^{-2} \cdot \text{Năm}^{-1}$);

D là khoảng cách sét đánh, (m);

+ Với cáp chôn:

$D = 0,482 (\rho)^{1/2}$ với $\rho \leq 100 \Omega \cdot \text{m}$;

$D = 2,91 + 0,191 (\rho)^{1/2}$ với $100 \Omega \cdot \text{m} < \rho < 1000 \Omega \cdot \text{m}$;

$D = 0,283 (\rho)^{1/2}$ với $\rho > 1000 \Omega \cdot \text{m}$;

+ Với cáp treo:

$D = 3 H$, (m); H là độ cao treo cáp (*thường được quy định giữa 4 m đến 15 m*);

I_a là dòng gây hư hỏng, (kA);

K_d là hệ số hiệu chỉnh thiệt hại;

+ $K_d = 2,5$ với cáp chôn không được che chắn;

+ $K_d = 1,0$ với cáp chôn được che chắn

2.3.6. Tần suất thiệt hại sét đánh trực tiếp vào công trình mà cáp đi vào (F_{ps})

Tần suất thiệt hại do sét đánh trực tiếp vào công trình gây ra cho cáp được tính bằng công thức:

$$F_{ps} = N_g \cdot A_d \cdot p(I_a) \cdot C_d \text{ (thiệt hại/năm)}$$

Trong đó:

A_d là diện tích rủi ro sét đánh vào kết cấu, được tính bằng công thức:

$$A_d = (9ph^2 + 6ah + 6bh + ab) \cdot 10^{-6}, (\text{km}^2)$$

Với: a là chiều dài, (m);

b là chiều rộng, (m); c là chiều cao, (m);

$p(I_a)$ là xác suất biên độ dòng sét đánh vào kết cấu tạo ra dòng điện gây hư hỏng cáp;

I_a là dòng gây hư hỏng cáp.

2.4. Kết luận chương 2

Chương 2 trình bày phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông, nội dung này được xây dựng dựa trên QCVN 32:2020/BTTTT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chống sét cho các trạm viễn thông và mạng cáp ngoại vi viễn thông, năm 2020.

Nội dung của chương 2 trình bày các tiêu chí cơ bản về bảo vệ chống sét, yêu cầu về rủi ro do sét gây ra và phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với các trạm viễn thông. Trong đó có trình bày về giá trị rủi ro chấp nhận được đối với trạm viễn thông, gồm hai loại rủi ro tổn thất RT, rủi ro tổn thất về con người Rinjury với yêu cầu nhỏ hơn 10^{-5} , rủi ro tổn thất về dịch vụ Rloss với yêu cầu nhỏ hơn 10^{-3} .

CHƯƠNG 3

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN RỦI RO DO SÉT GÂY RA VỚI TRẠM VIỄN THÔNG

3.1. Đánh giá rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông theo khuyến nghị K39

Khuyến nghị ITU-T K39 năm 2019 về đánh giá rủi ro thiệt hại cho công trình viễn thông cập nhật sự cần thiết phải tính tới rủi ro tổn thất kinh tế. Cụ thể, trong trường hợp chỉ xem xét tổn thất về kinh tế thì mức rủi ro chấp nhận được do nhà khai thác viễn thông quyết định. Đồng thời, việc quyết định mức độ rủi ro phù hợp phải dựa trên chi phí cho các biện pháp bảo vệ so với tổn thất vật chất có thể xảy ra, tính đến hàng năm. Mức độ rủi ro chấp nhận được liên quan đến tổn thất con người phải được đánh giá bởi các cơ quan an toàn quốc gia hoặc quốc tế. Ngoài ra, rủi ro chấp nhận được liên quan đến tổn thất dịch vụ được đề nghị là 10^{-4} , yêu cầu cao hơn so với QCVN 32:2020/BTTTT.

3.2. Đánh giá rủi ro thiệt hại do sét gây ra theo tiêu chuẩn IEC 62305

Một cơ sở tham chiếu khác cho đề tài là tiêu chuẩn IEC 62305-2 (2010) về đánh giá rủi ro do sét gây ra. Trong đó, ngoài tổn thất về con người (L1) và tổn thất dịch vụ (L2), tiêu chuẩn đưa ra 2 tiêu chí khác để tính toán liên quan đến tổn thất di sản văn hóa (Loss of cultural heritage - L3) và tổn thất kinh tế (Loss of economic values - L4). Từ đó, các thành phần rủi ro và việc tính toán rủi ro được xem xét lại như sau:

3.2.1. Rủi ro và các thành phần

Rủi ro, R , là giá trị tương đối của tổn thất trung bình hàng năm có thể xảy ra. Đối với từng loại tổn thất có thể xuất hiện trong kết cấu, phải đánh giá rủi ro liên quan. Những rủi ro cần được đánh giá trong một cấu trúc có thể như sau:

R_1 : Rủi ro tổn thất con người (bao gồm cả thương tật vĩnh viễn)

R_2 : Rủi ro tổn thất dịch vụ công cộng

R_3 : Rủi ro tổn thất di sản văn hóa

R_4 : Rủi ro tổn thất giá trị kinh tế

Để đánh giá rủi ro R , các thành phần rủi ro liên quan phải được xác định và tính toán.

3.2.1.1. Các thành phần rủi ro của công trình bị sét đánh

R_A Thành phần liên quan đến thương tích cho sinh vật do điện giật vì điện áp tiếp xúc và điện áp bước bên trong kết cấu và bên ngoài trong vùng lên đến 3 m xung quanh dây dẫn điện. Tổn thất loại L1 và, trong trường hợp công trình chứa gia súc, tổn thất loại L4 kèm theo khả năng mất động vật cũng có thể phát sinh.

R_B Thành phần liên quan đến hư hỏng vật lý do phát ra tia lửa nguy hiểm bên trong kết cấu gây cháy, nổ cũng có thể gây nguy hiểm cho môi trường. Tất cả các loại tổn thất (L1, L2, L3 và L4) có thể phát sinh.

R_C Thành phần liên quan đến lỗi hệ thống bên trong do LEMP gây ra. Tổn thất loại L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp cùng với loại L1 trong trường hợp các công trình có nguy cơ nổ và bệnh viện hoặc các công trình khác mà sự cố của hệ thống bên trong sẽ gây nguy hiểm ngay lập tức đến tính mạng con người.

3.2.1.2. Thành phần rủi ro của công trình bị sét đánh gần tới

R_B Thành phần liên quan đến lỗi hệ thống bên trong do LEMP gây ra. Tổn thất loại L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp, cùng với loại L1 trong trường hợp các công trình có nguy cơ nổ và bệnh viện hoặc các công trình khác khi hệ thống bên trong bị hư hỏng ngay lập tức gây nguy hiểm đến tính mạng con người.

3.2.1.3. Các thành phần rủi ro của công trình do sét đánh vào đường dây nối vào công trình

R_U Thành phần liên quan đến thương tích cho sinh vật do điện giật vì điện áp tiếp xúc bên trong công trình. Tổn thất loại L1 và trong trường hợp tài sản nông nghiệp, tổn thất loại L4 kèm theo mất mát động vật cũng có thể xảy ra.

R_V Thành phần liên quan đến hư hỏng vật lý (cháy hoặc nổ do phát ra tia lửa điện nguy hiểm giữa hệ thống lắp đặt bên ngoài và các bộ phận kim loại nối chung ở điểm đầu vào của đường dây vào công trình) do dòng sét truyền qua hoặc dọc theo đường dây đi vào. Tất cả các loại tổn thất (L1, L2, L3, L4) đều có thể xảy ra.

R_w Thành phần liên quan đến hư hỏng của các hệ thống bên trong do quá điện áp gây ra trên các đường dây đi vào và truyền đến công trình. Tổn thất loại L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp, cùng với loại L1 trong trường hợp các công trình có nguy cơ nổ, và bệnh viện hoặc các công trình khác khi hệ thống bên trong bị hư hỏng ngay lập tức gây nguy hiểm đến tính mạng con người.

3.2.1.4. Thành phần rủi ro đối với công trình do sét đánh gần đường dây nối vào công trình

R_Z Thành phần liên quan đến hư hỏng của các hệ thống bên trong do quá điện áp gây ra trên các đường dây đi vào và truyền đến công trình. Tổn thất loại L2 và L4 có thể xảy ra trong mọi trường hợp, cùng với loại L1 trong trường hợp các công trình có nguy cơ nổ và bệnh viện hoặc các công trình khác khi hệ thống bên trong bị hỏng sẽ gây nguy hiểm ngay lập tức đến tính mạng con người.

3.2.2. Công thức xác định rủi ro từ các thành phần

Các thành phần rủi ro cần xem xét đối với từng loại tổn thất trong công trình được liệt kê dưới đây.

R₁: Rủi ro tổn thất con người:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1} \quad (3.1)$$

R₂: Rủi ro tổn thất dịch vụ công cộng:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{U2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (3.2)$$

R₃: Rủi ro tổn thất di sản văn hóa:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (3.3)$$

R₄: Rủi ro tổn thất giá trị kinh tế:

$$R_4 = R_{A4} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (3.4)$$

Bảng 3.1: Các thành phần rủi ro cho mỗi loại tổn thất của công trình

Nguồn gây tổn thất	Sét đánh vào công trình S₁			Sét đánh gần công trình S₂	Sét đánh vào đường dây đi vào công trình S₃			Sét đánh gần đường dây đi vào công trình S₄
Thành phần RR	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
R ₁	*	*	*	*	*	*	*	*
R ₂		*	*	*		*	*	*
R ₃		*				*		
R ₄	*	*	*	*	*	*	*	*

Bảng 3.2: Các yếu tố ảnh hưởng đến các thành phần rủi ro

Đặc điểm của công trình hoặc các hệ thống bên trong, Biện pháp bảo vệ	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Khu vực lựa chọn	x	x	x	x	x	x	x	x
Điện trở suất bề mặt đất	x							
Điện trở suất sàn	x				x			
Che chắn về mặt vật lý, cách điện, thông báo cảnh báo, nối đẳng thế đất	x				x			
Hệ thống chống sét bảo vệ LPS	x	x	x	x	x	x		
SPD liên kết	x	x			x	x		
Giao diện cách ly			x	x	x	x	x	x
Hệ thống SPD phối hợp			x	x			x	x
Lá chắn bên ngoài			x	x				
Che chắn đường dây bên ngoài					x	x	x	x
Che chắn đường dây bên trong			x	x				

Phòng ngừa tuyển đi vào công trình			X	X				
Mạng liên kết tiếp đất			X					
Phòng cháy		X						
Cảm biến cháy		X				X		
Nguy hiểm đặc biệt		X				X		
Điện áp chịu xung			X	X	X	X	X	X

3.2.3. Quản lý rủi ro

3.2.3.1. Quy trình cơ bản

Quy trình sau đây sẽ được áp dụng:

- Xác định công trình cần bảo vệ và các đặc tính của nó;
- Xác định tất cả các loại tổn thất trong công trình và rủi ro tương ứng (R_1 đến R_4);
- Đánh giá rủi ro R , đối với từng loại tổn thất R_1 đến R_4 ;
- Đánh giá nhu cầu bảo vệ bằng cách so sánh rủi ro R_1 , R_2 và R_3 với rủi ro có thể chấp nhận được R_T ;
- Đánh giá hiệu quả chi phí của việc bảo vệ bằng cách so sánh chi phí tổn thất toàn bộ khi có và không có biện pháp bảo vệ. Trong trường hợp này, việc đánh giá các thành phần rủi ro R_4 phải được thực hiện để đánh giá các chi phí đó.

3.2.3.2. Công trình cần xem xét để đánh giá rủi ro

Cấu trúc được xem xét bao gồm:

- Bản thân công trình;
- Các lắp đặt trong công trình;
- Nội dung của công trình;
- Con người trong công trình hoặc ở trong vùng phạm vi 3m ngoài công trình;
- Môi trường bị ảnh hưởng khi tổn thất công trình.

3.2.3.3. Rủi ro chấp nhận được R_T

Bảng sau đưa ra giá trị rủi ro chấp nhận được để tham chiếu các mức độ tổn thất cho các công trình bị sét đánh.

Bảng 3.3: Giá trị rủi ro chấp nhận được R_T

Loại tổn thất		R_T
L1	Tổn thất con người	10^{-5}
L2	Tổn thất dịch vụ công cộng	10^{-3}
L3	Tổn thất di sản văn hóa	10^{-4}
L4	Tổn thất giá trị kinh tế	10^{-3}

3.2.3.4. Quy trình cụ thể để đánh giá nhu cầu bảo vệ

Theo IEC 62305-2, rủi ro $R_1 - R_2 - R_3$ cần được xem xét khi đánh giá nhu cầu bảo vệ chống sét.

Cho mỗi loại rủi ro, cần thực hiện các bước sau đây:

- Xác định các thành phần rủi ro R_x
- Tính toán thành phần R_x
- Tính toán rủi ro tổng cộng R
- Xác định rủi ro chấp nhận được R_T
- So sánh R và R_T

Nếu $R \leq R_T$, không cần thiết phải bảo vệ chống sét.

Nếu $R \geq R_T$, cần phải thực hiện biện pháp chống sét cho công trình nhằm giảm thiểu để rủi ro $R \leq R_T$ đối với tất cả các nguy cơ rủi ro tổn thất.

3.3. Đề xuất cải tiến phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra

Trên cơ sở nghiên cứu các khuyến nghị ITU-T K39 và tiêu chuẩn IEC62305 về bảo vệ công trình, cụ thể là trạm viễn thông, tôi đề xuất phương pháp tính rủi ro bổ sung cho QCVN 32:2020/BTTTT, để từ đó giảm thiểu nguy cơ tổn thất cho các trạm viễn thông do sét gây ra.

Cụ thể, việc tính toán rủi ro phải tính đến rủi ro do tổn thất kinh tế gây ra cho trạm viễn thông của các nhà cung cấp dịch vụ. Bên cạnh các thành phần rủi ro do tổn thất về con người và tổn thất về dịch vụ, tổn thất về kinh tế là tham số quan trọng mà khuyến nghị ITU-T K39 có đề xuất và tiêu chuẩn IEC 62305 có hướng dẫn tính toán cụ thể.

Như vậy, việc áp dụng QCVN 32:2020/BTTTT được bổ sung tham số tổn thất kinh tế L3 và rủi ro tổn thất kinh tế R3 tương ứng. Rủi ro tổn thất giá trị kinh tế được tính toán như sau:

$$R_3 = R_{A3} + R_{B3} + R_{C3} + R_{M3} + R_{U3} + R_{V3} + R_{W3} + R_{Z3} \quad (3.5)$$

Về mặt quy trình cho quản lý rủi ro, phương pháp đề xuất có các bước sau:

- Xác định công trình cần bảo vệ và các đặc tính của nó;
- Xác định tất cả các loại tổn thất trong công trình và rủi ro tương ứng (R_1 đến R_3); trong đó R_3 là rủi ro tổn thất kinh tế
- Đánh giá rủi ro R , đối với từng loại tổn thất R_1 đến R_3 ;
- Đánh giá nhu cầu bảo vệ bằng cách so sánh rủi ro R_1 , R_2 và R_3 với rủi ro có thể chấp nhận được R_T như bảng sau:

Bảng 3.4: Giá trị rủi ro chấp nhận được R_T đề xuất

Loại tổn thất		R_T
L1	Tổn thất con người	10^{-5}
L2	Tổn thất dịch vụ	10^{-4}
L3	Tổn thất giá trị kinh tế	10^{-3}

Cho mỗi loại rủi ro, các bước sau đây cần thực hiện:

- Xác định các thành phần rủi ro R_X
- Tính toán thành phần R_X
- Tính toán rủi ro tổng cộng R
- Xác định rủi ro chấp nhận được R_T
- So sánh R và R_T

Nếu $R \leq R_T$, không cần thiết phải bảo vệ chống sét.

Nếu $R \geq R_T$, cần phải thực hiện biện pháp chống sét cho công trình nhằm giảm thiểu để rủi ro $R \leq R_T$ đối với tất cả các nguy cơ rủi ro tổn thất.

3.4. Giải pháp chống sét để giảm thiểu rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông Viettel

3.4.1. Yêu cầu về kỹ thuật chống sét trạm BTS

3.4.1.1. Hệ thống chống sét đánh trực tiếp:

3.4.1.1.1. Phương pháp chống sét đánh trực tiếp

Hệ thống chống sét đánh trực tiếp tại trạm viễn thông trong Tập đoàn Viettel sử dụng hệ thống chống sét Franklin. Thành phần chính hệ thống chống sét Franklin gồm:

- Kim thu sét.
- Dây thoát sét (dây dẫn sét).
- Hệ thống tiếp đất.

a. Kim thu sét

-Kim thu sét sử dụng loại thanh trụ tròn đặc được bố trí sao cho tạo ra vùng bảo vệ che phủ hoàn toàn công trình. Kim thu sét gắn trên đỉnh cột ăng ten hoặc nhà trạm.

-Vật liệu và kích thước: Chiều dài kim không ngắn hơn 200 mm và phải có tiết diện tối thiểu theo vật liệu như trong Bảng 4.1:

Bảng 3.5: Kích thước và vật liệu kim thu sét

Vật liệu	Cấu tạo	Tiết diện tối thiểu (a)	Ghi chú
Đồng	Thanh trụ tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
Đồng phủ thiếc(b)	Thanh trụ tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
Thép mạ kẽm(c)	Thanh trụ tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
Thép không gỉ(d)	Thanh trụ tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
(a) - Sai số cho phép: - 3%. (b) – Nhúng nóng hoặc phủ điện, chiều dày lớp phủ tối thiểu 1µm. (c) - Lớp phủ phải nhẵn, liên tục, không có vết sần với chiều dày danh định là 50µm. (d) - Chromium 16%; Niken 8%; Carbon 0,07%.			

Kim thu sét phải được nối với dây thoát sét theo đường thẳng nhất bằng cách hàn hóa nhiệt Cadweld hoặc kẹp, bắt bu lông; điện trở mỗi nối phải $\leq 0,05 \Omega$.

Vùng bảo vệ của kim thu sét của hệ thống chống sét đánh trực tiếp dùng kim thu sét Franklin được xác định bằng 1 hoặc cả 2 các phương pháp sau:

- Phương pháp góc bảo vệ, phù hợp với các tòa nhà có dạng đơn giản nhưng hạn chế về chiều cao.
- Phương pháp quả cầu lăn phù hợp với mọi trường hợp.

b. Dây thoát sét

-Dây thoát sét phải được phân bố xung quanh chu vi của công trình cần bảo vệ sao cho khoảng cách giữa hai dây $\leq 30\text{m}$. Cần ít nhất hai dây thoát sét trong mọi trường hợp (*đối với trạm viễn thông cần tối thiểu 1 dây dẫn xuống*).

-Sử dụng 02 dây riêng biệt: 01 dây thoát sét cho kim thu sét và 01 dây thoát sét cho các thiết bị/cáp trên cột.

-Các dây dẫn sét phải được nối với hệ thống điện cực tiếp đất.

-Các dây dẫn sét phải được lắp đặt thẳng đứng, sao cho chúng tạo ra đường dẫn ngắn nhất, thẳng nhất xuống đất và tránh tạo ra các mạch vòng. Không lắp đặt các dây dẫn sét ở các vị trí gây nguy hiểm cho con người.

-Vật liệu dây thoát sét phải đảm bảo không bị hư hỏng do ảnh hưởng điện, điện từ của dòng sét, ảnh hưởng của hiện tượng ăn mòn và các lực cơ học khác. Vật liệu, cấu tạo và kích thước dây thoát sét tuân theo bảng 4.2

Bảng 3.6: Kích thước dây thoát sét

Vật liệu	Cấu tạo	Diện tích tối thiểu ^(a)	Ghi chú
I. Kích thước dây thoát sét cho kim thu sét			
Đồng	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	50mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
Đồng phủ thiếc ^(b)	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	50mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
Thép mạ kẽm ^(c)	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2,5mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	50mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
Thép không gỉ ^(d)	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	70mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
II. Kích thước dây thoát sét cho các thiết bị/cáp trên cột			

Vật liệu	Cấu tạo	Diện tích tối thiểu ^(a)	Ghi chú
Đồng	Dây dẹt đặc	35mm ²	
	Dây tròn đặc	35mm ²	
	Cáp	35mm ²	
Thép mạ kẽm ^(c)	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2,5mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	50mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7$ mm
Thép không gỉ ^(d)	Dây dẹt đặc	50mm ²	Chiều dày tối thiểu 2mm
	Dây tròn đặc	50mm ²	Đường kính tối thiểu 8mm
	Cáp	70mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7$ mm
^(a) - Sai số cho phép: - 3%. ^(b) - Nhúng nóng hoặc phủ điện, chiều dày lớp phủ tối thiểu 1 μ m. ^(c) - Lớp phủ phải nhẵn, liên tục, không có vết sần với chiều dày danh định là 50 μ m. ^(d) - Chromium $\geq 16\%$, nickel $\geq 8\%$, carbon $\leq 0,07\%$.			

-Ưu tiên sử dụng vật liệu thép mạ kẽm để tối ưu chi phí.

c.Hệ thống tiếp đất

-Mạng tiếp đất cho nhà trạm viễn thông phải là một hệ thống tiếp đất duy nhất hoặc liên kết đẳng thế các hệ thống tiếp đất độc lập có chức năng khác nhau.

-Tổ tiếp đất (*điện cực tiếp đất và dây nối*) phải làm bằng vật liệu không bị ăn mòn điện hóa đáp ứng tiêu chuẩn TCVN 4756:1989. Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của điện cực tiếp đất theo Bảng 4.3 và dây nối đất theo Bảng 4.4.

-Dây tiếp đất và các cọc tiếp đất phải được liên kết với nhau bằng hàn điện hoặc mối hàn hóa nhiệt Cadweld hoặc bu lông, ê cu, vòng đệm tùy theo vật liệu làm bãi tiếp đất (tuân theo phương pháp kết nối bãi tiếp đất trong Phụ lục D của TCVN 8071:2009).

-Sử dụng 01 loại vật liệu duy nhất làm tổ tiếp đất để hạn chế sự ăn mòn.

-Vật liệu: Đối với nhóm tổng trạm (Data/Telco Center) sử dụng vật liệu đồng, nhóm trạm còn lại sử dụng vật liệu thép. Vật liệu, cấu tạo, kích thước và điều kiện sử dụng tuân theo bảng 4.3, 4.4.

Bảng 3.7: Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của cọc nổi đất, tấm nổi đất

Vật liệu	Cấu tạo	Kích thước tối thiểu ^(a)	Ghi chú
Đồng	Thanh trụ tròn đặc	Đường kính $\geq 15\text{mm}$ Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	
	Ống	Đường kính $\geq 20\text{mm}$ Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	Chiều dày thành ống tối thiểu 2mm
	Tấm đặc	500mm x 500mm	Chiều dày $\geq 2\text{mm}$
	Tấm mắt cáo	600mm x 600mm	Tiết diện 25mm x 2mm
Thép	Thanh trụ tròn đặc mạ kẽm ^(b)	Đường kính $\geq 16\text{mm}^{(c)}$ Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	
	Ống mạ kẽm nhúng nóng ^(b)	Đường kính $\geq 25\text{mm}^{(c)}$ Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	Chiều dày thành ống tối thiểu 2mm
	Thanh tròn đặc mạ đồng ^(b,d)	Đường kính $\geq 14\text{mm}$ Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	Mạ đồng 99,9%, dày tối thiểu 250 μm
	Thép V mạ kẽm nhúng nóng ^(b)	50mm x 50mm x 3mm Chiều dài $\geq 2400\text{mm}$	
	Tấm đặc mạ kẽm ^(b)	500mm x 500mm	Chiều dày $\geq 3\text{mm}$
	Tấm mắt cáo mạ kẽm ^(b)	600mm x 600mm	Tiết diện 30mm x 3mm
Thép không gỉ	Thanh trụ tròn đặc	Đường kính $\geq 16\text{mm}$	
(a) – Sai số cho phép: - 3%. (b) – Lớp phủ phải nhẵn, liên tục và không có vết sần với chiều dày danh định là 50μm đối với vật liệu tròn và 70μm đối với vật liệu dẹt. (c) – Chân ống cần được tiện trước khi mạ kẽm. (d) – Đồng cần được liên kết với lõi thép.			

Bảng 3.8: Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của dây nối đất

Vật liệu	Cấu tạo	Kích thước tối thiểu ^(a)	Ghi chú
Đồng	Cáp ^(b)	50mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
	Dây tròn đặc ^(b)	50mm ²	Đường kính 8mm
	Dây dẹt đặc ^(b)	50mm ²	Chiều dày $\geq 2\text{mm}$
Thép	Dây tròn đặc mạ kẽm ^(c)	Đường kính 10mm	
	Dây dẹt đặc mạ kẽm ^(c)	90mm ²	Chiều dày $\geq 3\text{mm}$
	Dây tròn đặc không mạ ^(d)	Đường kính 10mm	
	Dây dẹt đặc trần ^{(d)(e)}	75mm ²	Chiều dày $\geq 3\text{mm}$
	Cáp mạ kẽm ^{(d)(e)}	70mm ²	Đường kính mỗi sợi $\geq 1,7\text{mm}$
Thép không gỉ	Dây tròn đặc	Đường kính 10 mm	
	Dây dẹt đặc	100 mm ²	Chiều dày $\geq 2\text{ mm}$
(a) – Sai số cho phép: -3%. (b) – Có thể phủ bằng thiếc. (c) – Lớp phủ phải nhẵn, liên tục và không có vết sần với chiều dày danh định là 50µm đối với vật liệu tròn và 70µm đối với vật liệu dẹt. (d) – Chỉ cho phép khi hoàn toàn chôn trong bê tông. (e) – Chỉ cho phép khi được liên kết tốt tại các điểm cách nhau không quá 5m với cốt thép ở những bộ phận móng có tiếp xúc với đất.			

-Giá trị điện trở hệ thống tiếp đất cho tổng trạm (Data/Telco Center), trạm hội tụ, trạm truy nhập $\leq 10\ \Omega$.

Ghi chú: Có thể áp dụng giá trị điện trở tiếp đất theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất thiết bị nhưng giá trị điện trở tiếp đất phải đảm bảo $\leq 10\ \Omega$.

Đối với các vị trí nhà đặt máy phát điện: Phải có bãi tiếp đất cho máy phát điện.

Những quy định tiếp đất cho nhà trạm viễn thông

-Hệ thống tiếp đất duy nhất được sử dụng khi khoảng cách giữa nhà trạm viễn thông và cột ăng ten nhỏ hơn hoặc bằng 15m.

+Liên kết đẳng thế các hệ thống tiếp đất độc lập có chức năng khác nhau được sử dụng trong những trường hợp sau:

-Cột ăng ten cách nhà trạm một khoảng lớn hơn 15m.

-Các điểm kết nối hệ thống tiếp đất phải được ép cốt hoặc sử dụng kẹp dây tiếp đất chuyên dụng.

-Đối với dây thép gia cường của các loại cáp nhập trạm không được phép đi vào nhà trạm. Các dây gia cường phải được cắt bỏ trước khi vào vào nhà trạm một khoảng cách $\geq 50\text{cm}$.

-Đối với các trạm viễn thông có vỏ bằng kim loại: Phải đấu nối tiếp đất vỏ nhà trạm vào bãi tiếp đất bằng dây dẫn trần có kích thước $\geq 50\text{mm}^2$.

+Liên kết và tiếp đất bên trong nhà trạm viễn thông :

-Hệ thống tiếp đất trong nhà trạm phải được thực hiện theo cấu hình sau:

Phải xây dựng một mạng liên kết chung theo nguyên tắc dẫn điện liên tục như một lồng Faraday.

Mạng liên kết chung phải được nối tới hệ thống tiếp đất duy nhất của nhà trạm viễn thông bằng cách thông qua tấm tiếp đất chính và các dây liên kết.

-Các khối hệ thống thiết bị trong nhà trạm viễn thông phải thực hiện nối đất bằng các mạng liên kết.

-Yêu cầu kỹ thuật đối với tấm tiếp đất chính

-Mỗi trạm viễn thông được trang bị một tấm tiếp đất chính. Tấm tiếp đất chính đảm bảo các yêu cầu sau:

- Đặt gần nguồn cung cấp xoay chiều và các đường vào của cáp viễn thông.
- Nối trực tiếp các bộ phận sau:
 - Tổ tiếp đất của trạm viễn thông qua cáp dẫn đất.
 - Dây dẫn bảo vệ.
 - Vỏ kim loại của tất cả cáp nhập trạm viễn thông.
 - Khung dây tiếp đất nhà trạm.
 - Tiếp đất tủ nguồn AC.
 - Cực dương nguồn DC.

- Quy cách, kích thước của tấm tiếp đất chính:

- Tấm tiếp đất chính phải được làm bằng đồng mạ niken.
- Toàn bộ bu lông, êcu, vòng đệm dùng để kết cuối cáp phải bằng đồng mạ niken.
- Kích thước: Chiều rộng tối thiểu 120 mm, chiều dày tối thiểu 10 mm và

chiều dài tối thiểu là 300 mm.

-Yêu cầu kỹ thuật của cáp dẫn đất

-Cáp dẫn đất phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

Chiều dài cáp dẫn đất $\leq 50\text{m}$. Trong trường hợp đặc biệt có thể cho phép tăng chiều dài cáp dẫn đất nhưng phải đảm bảo điện trở một chiều của cáp dẫn đất phải $\leq 0,01 \Omega$.

Sử dụng loại cáp đồng (một hoặc nhiều sợi) có tổng tiết diện $\geq 100 \text{ mm}^2$.

- Yêu cầu kỹ thuật của dây tiếp đất trong trạm viễn thông

-Các thành phần nối đất phải được kết nối với nhau theo đường ngắn nhất.

-Xây dựng khung dây tiếp đất trong nhà trạm sử dụng dây đồng bọc PVC để nối đất an toàn cho thiết bị. Các điểm phải đấu nối với khung dây là:

- Khung giá kim loại các thiết bị trong trạm, thang cáp, các điểm trên thiết bị có ký hiệu yêu cầu đấu tiếp đất, các điểm trên rack có ký hiệu yêu cầu đấu tiếp đất.

- Đối với loại rack, giá có bố trí lắp đặt nhiều thiết bị: Sử dụng dây đồng bọc PVC vàng xanh có tiết diện $\geq 6 \text{ mm}^2$ hoặc sử dụng dây do nhà sản xuất thiết bị cung cấp để tiếp đất từ thiết bị đến điểm quy định đấu tiếp đất trên giá, rack.

- Máy phát điện phải được đấu nối tiếp đất đảm bảo an toàn.

Tiết diện chi tiết của các dây nối được quy định trong bảng sau:

Bảng 3.9: Quy định tiết diện dây nối các thành phần nối đất trạm viễn thông

TT	Tên dây nối	Tiết diện tối thiểu, mm ²
1	Khung tiếp đất trong nhà trạm	50
2	Dây tiếp đất cho tủ DC trong nhà trạm	25
3	Dây nối tiếp đất tủ nguồn AC	35
4	Dây nối cực dương nguồn ắc quy với đất	35
5	Dây tiếp đất máy phát điện	Phụ thuộc tiết diện dây pha ⁽¹⁾
6	Dây tiếp đất các thiết bị khác trong trạm	14
7	Vỏ kim loại của cáp nhập trạm	14
Ghi chú: (1): Chi tiết theo phụ lục 01 đính kèm.		

3.4.1.1.2. Thiết kế, lắp đặt hệ thống chống sét đánh trực tiếp

-Bố trí dây thoát sét theo các đường thẳng và ngắn nhất từ kim thu sét, đảm bảo tính dẫn điện liên tục và nối trực tiếp với hệ thống tiếp đất. Bán kính cong của dây thoát sét phải ≥ 20 cm.

-Cần ít nhất 1 dây thoát sét cho mỗi kim thu sét.

-Dây thoát sét bố trí trong lòng thân cột và cố định chắc chắn vào thân cột.

-Chân cột ăng ten phải được kết nối với hệ thống tiếp đất bằng mối hàn hóa nhiệt Cadweld hoặc bắt bu lông chắc chắn.

-Đối với các trường hợp đứt, han gỉ tại vị trí bên dưới mặt đất hoặc vị trí tiếp giáp giữa mặt đất và không khí cần đầu nối lại ưu tiên sử dụng giải pháp hàn hóa nhiệt hoặc các giải pháp kết nối chuyên dụng tùy theo loại vật liệu (theo hướng dẫn trong Phụ lục D của TCVN 8071:2009).

-Các thiết bị trên cột ăng ten phải nằm trong phạm vi bảo vệ kim thu sét, được nối đất bảo vệ bằng dây thoát sét riêng theo tiêu chuẩn của thiết bị.

-Thang cáp ngoài trời không được tiếp xúc với vỏ nhà trạm. Trong những trường hợp có tiếp xúc thì thang cáp phải được thiết kế cách điện với vỏ nhà trạm.

-Tất cả các dây co của cột ăng ten phải được đầu nối trực tiếp với bãi tiếp đất.

3.4.1.1.3. Thiết bị chống sét lan truyền trên đường tín hiệu

-Sử dụng 01 dây thoát sét riêng để đầu nối tiếp đất cho tất cả các thiết bị/cáp lắp đặt trên cột.

-Mỗi thiết bị lắp đặt trên cột cần dây tiếp đất riêng đầu tới bảng/thanh tiếp đất chung. Kích thước dây tiếp đất theo tiêu chuẩn của thiết bị lắp đặt.

-Tiếp đất chống sét cho vỏ phi đơ

-Các điểm kết nối giữa ăng ten và phi đơ, điểm tiếp đất cho vỏ phi đơ ngoài trời phải được quấn cao su non, băng dính chống ngấm nước theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

-Dây tiếp đất vỏ phi đơ phải được cố định trong thân cột, cứ 20 m có một vị trí tiếp đất và nối chung vào dây thoát sét cho thiết bị bằng đầu kẹp chữ C có kích thước phù hợp.

-Tiếp đất chống sét lõi phi đơ

-Dây thoát sét cho lõi phi đơ (nếu cần) sử dụng dây đồng bọc PVC màu vàng xanh có tiết diện $\geq 10\text{mm}^2$ và được nối đến bảng đồng tiếp đất.

-Thiết bị chống sét cho lõi phi đơ phải đảm bảo về phù hợp kích thước, dải

tần, suy hao, khả năng chịu đựng dòng sét.

- Tiếp đất cho dây cáp nguồn có vỏ chống nhiễu và cáp đồng trục

- Cáp nguồn có vỏ chống nhiễu cho các thiết bị trên cột và cáp đồng trục phải được nối đất tại các điểm: Trên đỉnh cột, điểm chuyển tiếp từ cột sang cầu cáp và vị trí đi vào nhà trạm.

3.4.1.1.4. Hệ thống chống sét lan truyền trên đường nguồn

- Bao gồm thiết bị cắt sét và hệ thống cắt lọc sét.

a.Thiết bị cắt sét: Được lắp đặt song song với tải cần bảo vệ, không phụ thuộc vào dòng tải.

b.Hệ thống cắt lọc sét: Sử dụng cấu hình cắt sét sơ cấp - lọc sét - cắt sét thứ cấp.

- Cắt sét sơ cấp: Triệt tiêu một phần năng lượng xung sét xuống đất.

- Lọc sét: Lọc xung nhiễu, làm giảm điện áp dư sót lại sau khi qua phần cắt sét sơ cấp.

- Cắt sét thứ cấp: Triệt tiêu các xung điện áp còn lại sau khi qua 02 lớp bảo vệ nhằm cung cấp nguồn điện đầu ra an toàn cho tải.

3.4.1.1.5. Chống sét đường nguồn cho đèn báo cao

- Bảo vệ chống sét cho đường cáp nguồn của đèn báo cao sử dụng 02 giải pháp:

- Cáp có vỏ chống nhiễu cho cáp nguồn hoặc đèn báo cao năng lượng pin mặt trời không có dây nguồn dẫn vào trạm.

3.2.1. Giải pháp chống sét bảo vệ an toàn thiết bị cho các trạm viễn thông

3.2.1. Hạ tầng nhà trạm viễn thông Viettel

-Nhà trạm viễn thông là một thành phần quan trọng của hạ tầng mạng lưới viễn thông, một trạm viễn thông điển hình mà trong đó được lắp đặt đầy đủ các thiết bị để cung cấp dịch vụ viễn thông và công nghệ thông tin tới khách hàng:

a.Các thiết bị bên trong nhà trạm

-Trạm BTS (Base Transceiver Station) thu và phát tín hiệu sóng điện thoại di động để kết nối người dùng với mạng viễn thông.Hiện tại đang lắp đặt các thiết bị vô tuyến 2G/3G/4G/5G là các thiết bị thu/phát sóng vô tuyến theo công nghệ GSM/WCDMA/LTE/5G NR. Các thiết bị của Viettel hỗ trợ các băng tần được cấp phép, phục vụ thu phát sóng, xử lý tín hiệu.

-Thiết bị Băng rộng cố định và truyền hình Bao gồm các thiết bị tập trung thuê bao (OLT, Access switch), thiết bị phân phối tín hiệu truyền hình (SubHeadend, CDN), thiết bị khuếch đại đường trục (EDFA),DSLAM, DLU...

-Thiết bị truyền dẫn bao gồm các thiết bị về truyền dẫn SDH, Metro, DWDM,Viba, Visat. Cung cấp luồng truyền dẫn cho các thiết bị BTS và dịch vụ khách hàng, tập trung lưu lượng truy nhập và chuyển tiếp lưu lượng giữa các node mạng truyền dẫn trong ring.

-Thiết bị cơ điện bao gồm các thiết bị tủ nguồn AC/DC phân phối và cung cấp nguồn cho các thiết bị trong nhà trạm hoạt động.

-Các hệ thống thiết bị phụ trợ như hệ thống làm mát(điều hòa, quạt thông gió), hệ thống chống sét, thiết bị điều khiển tự động ATS, thiết bị cảnh báo giám sát, hệ thống PCCC...

b.Nhà trạm và các thiết bị bên ngoài nhà trạm

+ Các chủng loại nhà trạm thường sử dụng

-Nhà trạm Container

-Nhà trạm cơ động

-Nhà trạm xây kiên kiên cố

+ Các chủng loại cột Anten tương ứng với các nhà trạm viễn thông:

+ Cột dây co:

-Là loại cột được sử dụng phổ biến trên mạng lưới, theo kích thước thân cột có thể đạt độ cao tối đa: 300x300 ~ 18m, 400x400 ~ 42m, 600x600 ~ 60m, 1000x1000 ~ 72m. Cấu tạo bao gồm:

- Thân cột: Được thiết kế theo hình tam giác hoặc tứ giác, các đoạn 3m-6m liên kết với nhau bằng bulong.

- Hệ thống dây co: Được thiết kế giúp cột thẳng bằng,cân bằng lực tác động của gió. Đây cũng là hệ thống thoát sét nhờ các cáp thép nối với cột và bãi tiếp địa.

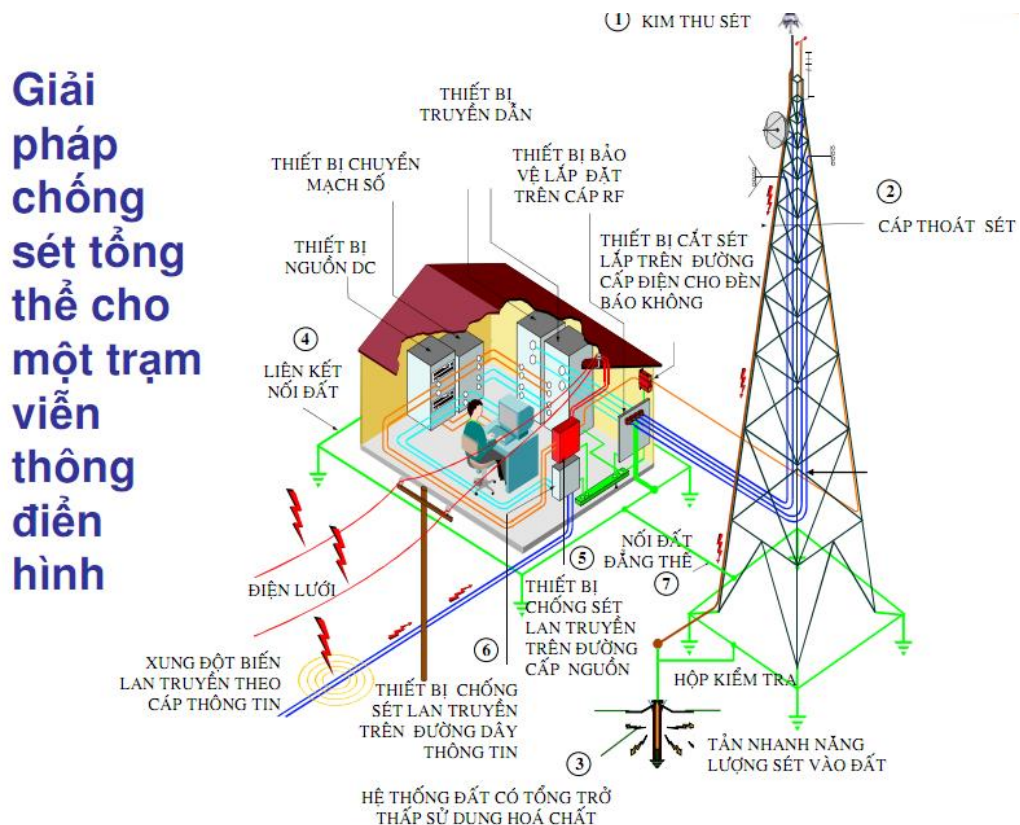
+ Cột tự đứng:

- Dạng cột điện, hapulico, các loại cột trang trí. Được sử dụng cho khu vực cần độ cao anten thấp $\leq 21m$, cần mỹ quan.

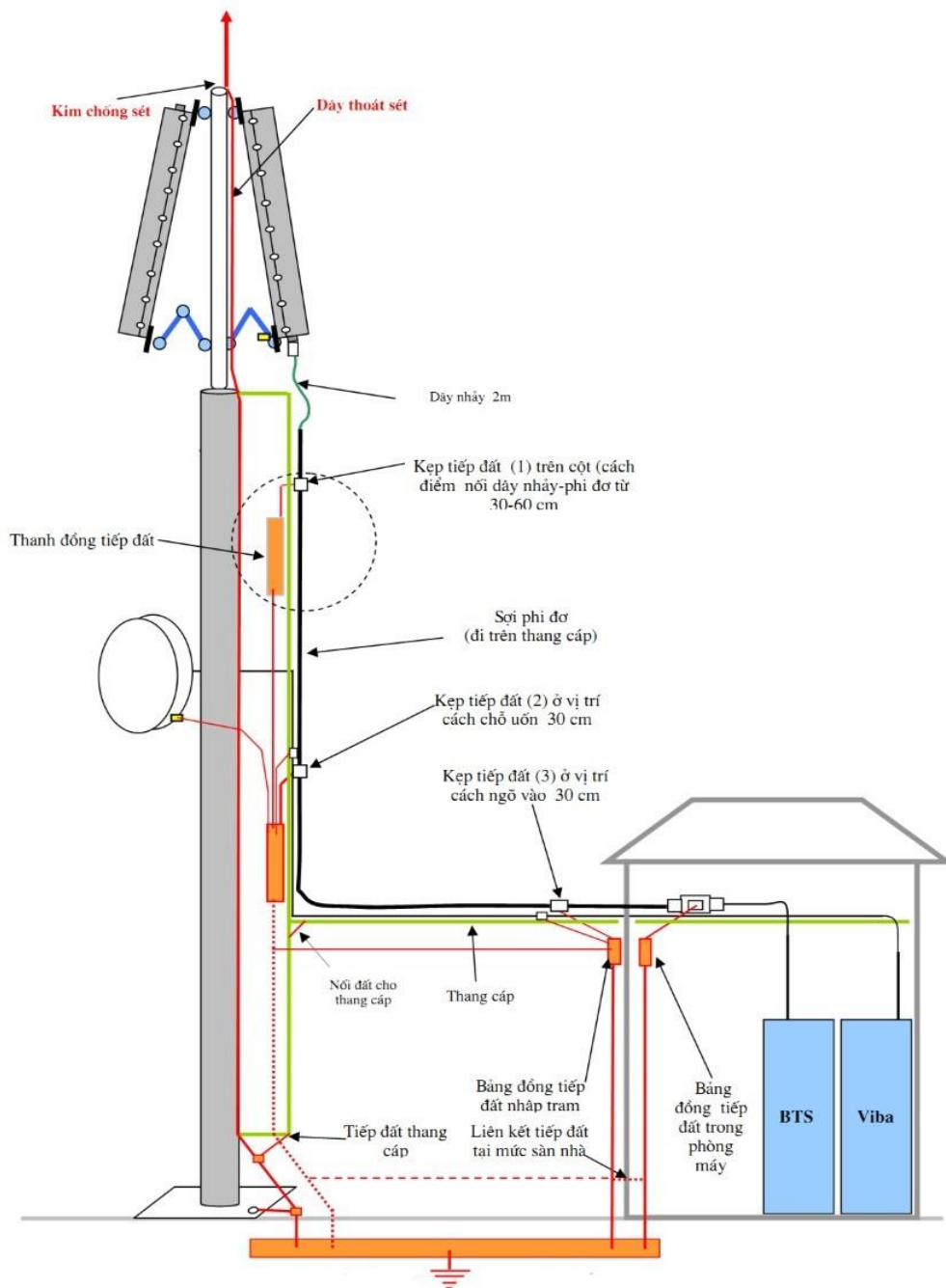
- Thiết kế dạng tự đứng độ cao đạt được tùy theo kết cấu của cột: 36m - 72m.

+ Cột tự đứng dạng tháp

- Thiết kế dạng tự đứng độ cao đạt được tùy theo kết cấu của cột: 36m - 72m.
- + Dây Feeder là phần tử kết nối giữa tủ BTS/NodeB và anten. Feeder là một loại cáp đồng trục với cấu tạo bao gồm 4 phần: Lớp lõi, lớp điện môi, lớp kim loại, lớp vỏ nhựa bên ngoài.
- + Dây cáp điện
- + Dây cáp quang



-Cột thu lôi (Kim thu sét): Dẫn dòng điện sét xuống đất một cách an toàn, tránh cho sét đánh trực tiếp vào các thiết bị của trạm.



Hình 3.2: Chống sét cho nhà trạm viễn thông sử dụng tủ tập trung

3.2.3. Triển khai khảo sát, thiết kế và thi công hệ thống chống sét

3.2.3.1. Khảo sát hệ thống chống sét trực tiếp

Cấp độ chống sét áp dụng thiết kế cho trạm. Trạm viễn thông có cấp chống sét cao nhất là cấp II.

Đặc điểm cột ăng ten viễn thông (kích thước cột, khoảng cách từ cột ăng ten đến nhà trạm viễn thông, đặc điểm cáp ăng ten, phi đơ...).

Đặc điểm nhà trạm viễn thông (kích thước, kết cấu nhà đã hoặc chưa lắp hệ thống chống sét đánh trực tiếp bảo vệ, các hệ thống tiếp đất trong khu vực trạm viễn thông...).

Đặc điểm của địa hình xung quanh công trình cần chống sét (các công trình xây dựng kề bên, ở đồng bằng hay trên núi, độ chênh lệch điểm lắp đặt trạm so với mức trung bình của địa hình xung quanh...).

3.2.3.2. *Khảo sát hệ thống tiếp đất*

Không khảo sát thiết kế tiếp đất khi trời có mưa dông, sấm sét.

Bắt buộc phải thực hiện khảo sát các dữ liệu đầu vào của vị trí trạm khi tính toán thiết kế hệ thống tiếp đất, gồm:

Khảo sát điện trở suất của đất (ρ , $\Omega.m$) bằng phương pháp Wenner hoặc Schlumberger.

Khảo sát phải xác định rõ điện trở suất của lớp đất xây dựng hệ thống tiếp đất và độ sâu của từng lớp đất tương ứng với điện trở suất.

Mặt bằng thi công hệ thống tiếp đất.

Vị trí, giá trị hệ thống tiếp đất cũ (nếu có - trong trường hợp cải tạo tiếp đất).

3.2.3.3. *Thiết kế hệ thống tiếp đất*

Hệ thống tiếp đất chung phải được thiết kế ở vị trí thích hợp, sao cho chiều dài cáp dẫn đất là ngắn nhất.

Vật liệu phải là kim loại dẫn điện tốt, thường dùng là đồng, thép mạ đồng, thép mạ kẽm, hoặc nhôm. Những vật liệu này có khả năng dẫn điện tốt và chống ăn mòn, đảm bảo sự an toàn và tuổi thọ của hệ thống.

Giá trị điện trở suất của đất áp dụng tính toán thiết kế là giá trị sau khi được hiệu chỉnh theo hệ số mùa:

$$\rho = k \cdot \rho_{đo} \quad (\Omega.m)$$

Trong đó: ρ - Điện trở suất của đất dùng trong thiết kế chống sét.

$\rho_{đo}$ - Điện trở suất của đất đo được.

k - Hệ số mùa, $k = 1,6 \div 1,8$ (Nếu khi đo đất khô ráo sẽ lấy hệ số mùa theo giới hạn dưới, nếu đất ẩm sẽ lấy theo giới hạn trên).

Hệ thống phải đáp ứng các tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế về an toàn chống sét như TCVN 9385:2012, IEC 62305 (Quốc tế) hoặc tiêu chuẩn NFPA 780 (Mỹ).

Điện trở đất của hệ thống tiếp đất thường được yêu cầu dưới 10 Ohm để đảm bảo dòng điện sét có thể dễ dàng thoát xuống đất.

Khoảng cách giữa hai cọc gần nhau khuyến cáo không bé hơn chiều dài của cọc để giảm thiểu ảnh hưởng hiện tượng màn chắn giữa các cọc. (*Các cọc thường được đặt cách nhau khoảng 3-5m để tạo ra hệ thống tiếp đất có khả năng phân tán điện tốt nhất.*)

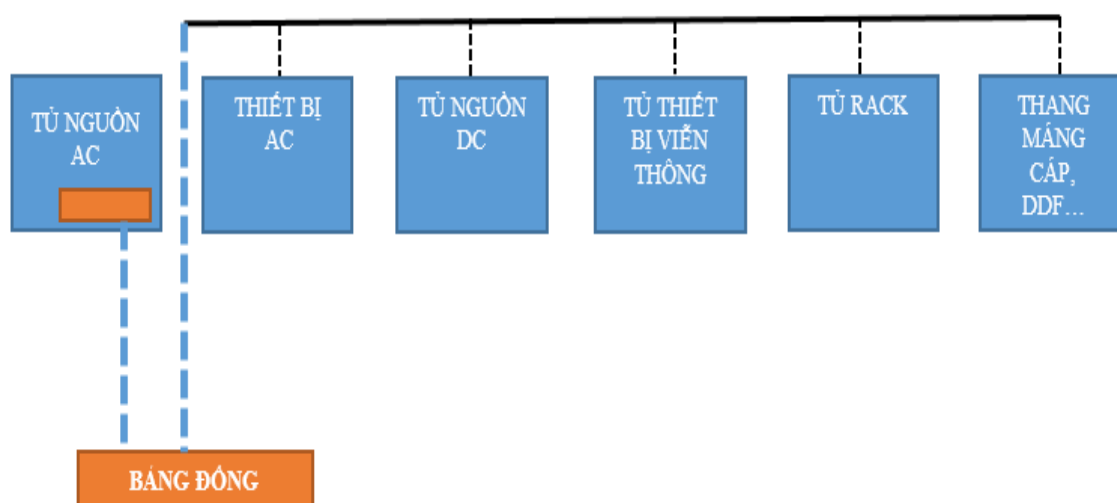
Mỗi hàn nối các thành phần trong hệ thống tiếp đất là mối hàn hóa nhiệt, hàn điện, hàn hơi hoặc giải pháp kết nối chuyên dụng tùy loại vật liệu sử dụng.

Tại các vị trí nằm trên đá hoặc vùng đất có điện trở suất lớn có thể thực hiện các phương pháp sau:

Dùng hóa chất cải tạo dạng hòa tan nhằm giảm điện trở suất của đất.

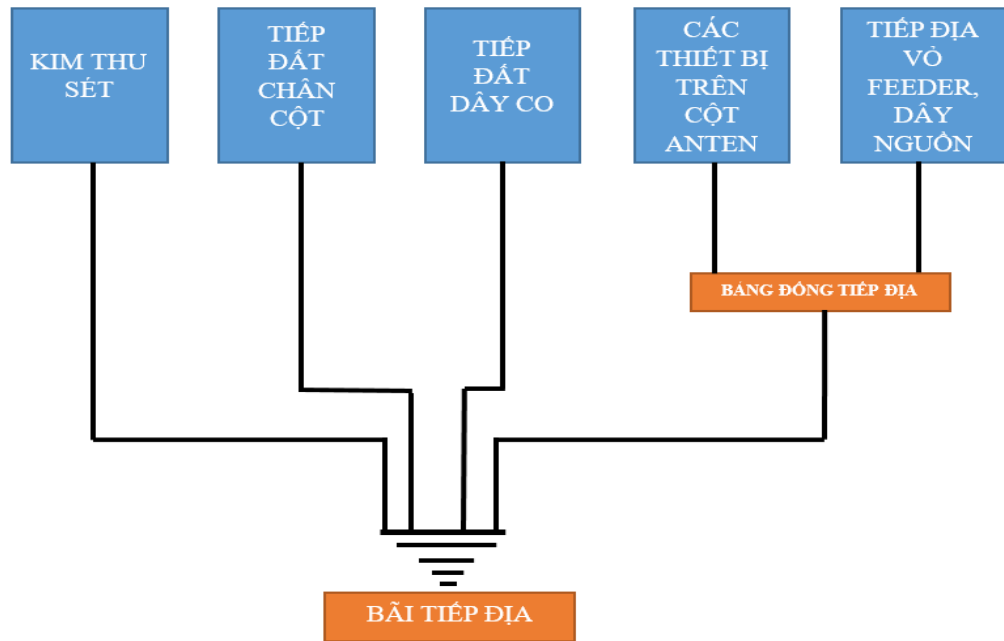
Dùng hóa chất cải tạo đất dạng đông cứng nhằm mục đích: Giảm nhỏ điện trở tiếp đất, tăng độ ổn định của giá trị điện trở tiếp đất, chống ăn mòn cho các điện cực tiếp đất và tăng khả năng tiếp xúc với đất khi điện cực tiếp đất chôn sâu.

3.2.3.4. Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên trong nhà trạm



Hình 3.3: Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên trong nhà trạm

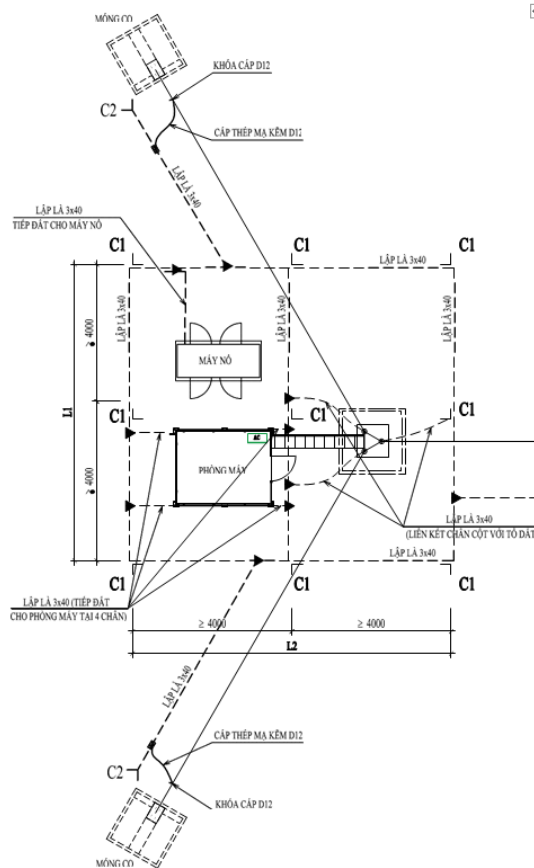
3.2.3.5. Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên ngoài nhà trạm



Hình 3.4: Sơ đồ đấu nối tiếp đất bên ngoài nhà trạm

3.2.3.6. Tiếp địa cột Anten dây co dưới đất(sử dụng cọc tiếp địa)

MẶT BẰNG HỆ THỐNG TIẾP ĐỊA



BẢNG TRA SƠ BỘ ĐIỆN TRỞ SUẤT CÁC LOẠI ĐẤT

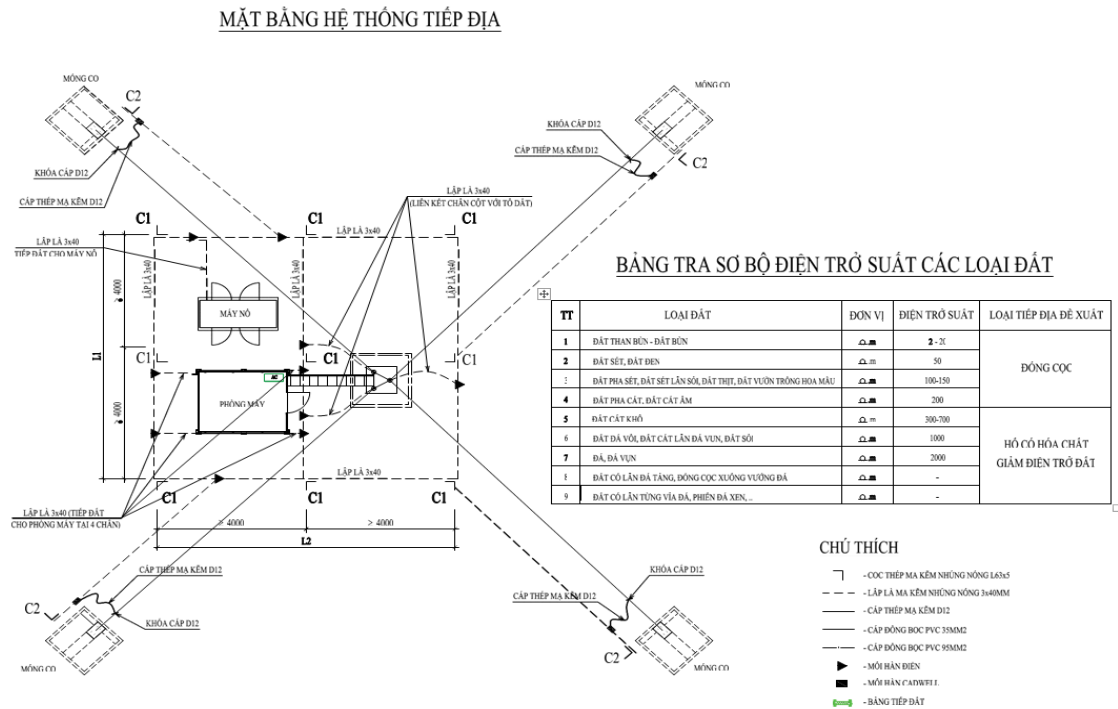
TT	LOẠI ĐẤT	ĐƠN VỊ	ĐIỆN TRỞ SUẤT	LOẠI TIẾP ĐỊA ĐỀ XUẤT
1	ĐẤT THAN RÚN - ĐẤT RÚN	$\Omega.m$	2-21	ĐỒNG CỌC
2	ĐẤT SÉT, ĐẤT ĐEN	$\Omega.m$	50	
3	ĐẤT PHA SÉT, ĐẤT SÉT LẦN SỎI, ĐẤT THỤT, ĐẤT VƯỜN TRỒNG HOA MÀU	$\Omega.m$	100-150	
4	ĐẤT PHA CÁT, ĐẤT CÁT ẨM	$\Omega.m$	200	
5	ĐẤT CÁT KHÔ	$\Omega.m$	300-700	HỘ CỐ HÓA CHẤT GIẢM ĐIỆN TRỞ ĐẤT
6	ĐẤT ĐÁ VỎI, ĐẤT CÁT LẦN ĐÁ VUN, ĐẤT SỎI	$\Omega.m$	1000	
7	ĐÁ, ĐÁ VUN	$\Omega.m$	2000	
8	ĐẤT CỎ LẦN ĐÁ TẢNG, ĐỒNG CỌC XƯƠNG VƯỜN ĐÁ	$\Omega.m$	-	
9	ĐẤT CỎ LẦN TỪNG VỎ ĐÁ, PHIÊN ĐÁ XEN, ...	$\Omega.m$	-	

CHÚ THÍCH

- CỌC THÉP MÀ KÉM NHỮNG NỒNG LỚN 3
- LẮP LÀ MÀ KÉM NHỮNG NỒNG 3x40MM
- CÁP THÉP MÀ KÉM D12
- CÁP ĐỒNG BỌC PVC 35MM2
- CÁP ĐỒNG BỌC PVC 95MM2
- MÔI HÀN ĐIỆN
- MÔI HÀN CADWELL
- RÀNG TIẾP ĐẤT

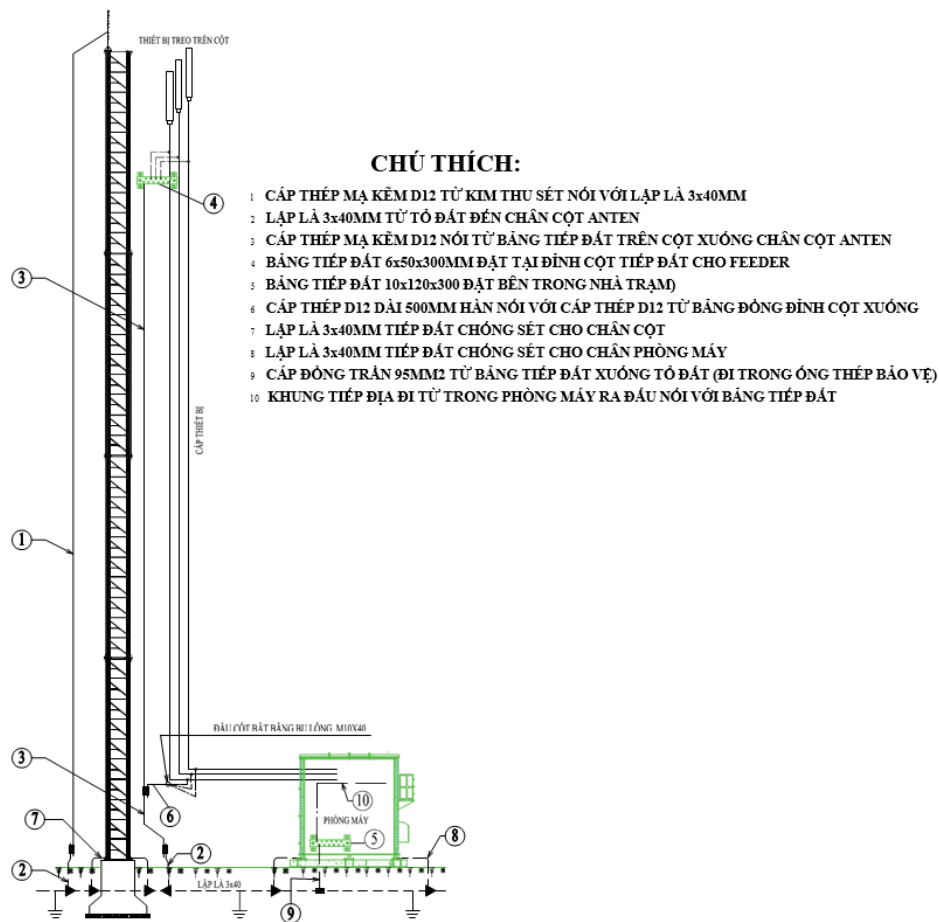
Hình 3.5: Chi tiết hệ thống tiếp địa cho cột Anten 03 móng co

3.2.3.7. Tiếp địa cột Anten dây co dưới đất(sử dụng cọc tiếp địa)



Hình 3.6: Chi tiết hệ thống tiếp địa cho cột Aten 04 móng co

3.2.3.8. Hệ thống chống sét cho cột Anten



Hình 3.7: Hệ thống chống sét cho cột Anten

Yêu cầu:

-Điện trở tiếp đất yêu cầu 10 omh

-Căn cứ vào địa hình cụ thể để đóng cọc và đào rãnh đặt dây tiếp địa nhưng phải đảm bảo khoảng cách giữa các cọc tối thiểu là 4m. vòng ring phải bao bọc được nhà trạm, cột anten, bộ máy phát điện và cách mép nhà trạm tối thiểu là 1m. các tiết diện dây không được nhỏ hơn theo quy định trong thiết kế:

+ Thi công 09 cọc c1 (163x5, l=2m), lập là 3x40 liên kết các cọc bằng mối hàn điện tạo thành vòng đẳng thế xung quanh phòng máy bts, cột anten và bộ máy nổ.

+ Thi công 01 cọc c2 (163x5, l=2m) tại vị trí mỗi móng co để tiếp đất chống sét cho dây co. các cọc c2 liên kết với cụm cọc tiếp đất bằng lập là 3x40

+ Lắp đặt 02 dây lập là 3x40 từ tổ đất lên đầu nối với dây tiếp đất chống sét của kim thu sét và dây tiếp đất của thiết bị trên cột

+ Lắp đặt 01 dây cáp thép mạ kẽm d12 đầu nối dây tiếp đất chống sét của kim thu sét xuống chân cột anten (hàn với lập là chờ sẵn)

+ Lắp đặt 01 dây cáp thép mạ kẽm d12 đầu nối từ bảng đồng trên cột xuống chân cột anten (hàn với lập là chờ sẵn)

+ Lắp đặt 02 bảng tiếp đất tại đỉnh cột và trong phòng máy

+ Lắp đặt 03 dây lập là 3x40 tiếp đất chống sét nối chân cột

+ Lắp đặt 04 dây lập là 3x40 tiếp đất chống sét cho chân phòng máy (hàn vào chân phòng máy nếu là phòng máy lắp ghép hoặc hàn đầu chờ từ cốt thép cột nếu phòng máy sử dụng kết cấu khung bê tông cốt thép)

+ Lắp đặt 01 dây đồng bọc pvc 95mm² tiếp đất công tác nối với tổ đất (dây đi trong ống nhựa pvc d34)

+ Lắp đặt 01 dây lập là 3x40 tại mỗi móng co nối với dây cáp thép mạ kẽm d12 tiếp đất chống sét cho dây co

+ Lắp đặt 01 dây lập là 3x40 chờ tiếp đất chống sét cho máy nổ

-Các mối hàn điện phải ngẫu kỹ, sau khi hàn được bảo vệ bằng vải tẩm bitum ở ngầm dưới đất và sơn mạ kẽm lạnh trên mặt đất

-Mối hàn hóa nhiệt được bôi mỡ bảo dưỡng sau khi thi công xong

-Các liên kết phải được xử lý sạch bề mặt trước khi cố định bằng phương pháp cơ, hóa thích hợp

-Tại vị trí liên kết băng đồng vào phòng máy lắp ghép phải có vòng đệm cao su ngăn nước và bơm chít silicon xung quanh mối nối để chống thấm

-Yêu cầu nghiệm thu phần ngầm của hệ thống tiếp đất trước khi chôn và sau khi chôn lấp. đo thử điện trở suất trước và sau khi chôn hệ thống tiếp đất. nếu điện trở tiếp đất sau khi đã thi công theo thiết kế mà không đạt trị số 10 omh thì báo cho đơn vị thiết kế để có phương án xử lý

-Tất cả các chi tiết thép (lập là, bộ gá treo bảng tiếp đất...) được chế tạo từ thép ss400 (hoặc tương đương) và được mạ kẽm nhúng nóng theo tiêu chuẩn astm a123 sau khi chế tạo và làm sạch

-Bu lông có cấp độ bền 4.6. mỗi bu lông có 1 đai ốc và 2 vòng đệm phẳng. bu lông được mạ kẽm nhúng nóng theo tiêu chuẩn astm a153

-Bu lông inox chế tạo từ thép sus304. mỗi bu lông có 1 đai ốc và 2 vòng đệm phẳng.

3.5. Kết luận chương 3

Trên cơ sở trình bày phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông ở chương 2 và tham khảo ITU-T Recommendation K.39, Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges, 2019 và IEC 62305-2:2010, Protection against lightning - Part 2: Risk management, 2010. Phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông, trước hết trên cơ sở xác định công trình cần bảo vệ, xác định các loại tổn thất liên quan tới công trình hoặc dịch vụ cần bảo vệ, với mỗi loại tổn thất cần xác định mức rủi ro cho phép R_T , xác định và tính toán tất cả các thành phần rủi ro R_X , tính toán tổng các thành phần rủi ro, nếu $R > R_T$ thì phải tiến hành lắp đặt bổ sung các biện pháp chống sét bảo vệ thích hợp để làm giảm R đến giá trị $< R_T$.

Đề tài đã đề xuất cải tiến phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông là bổ sung tham số tổn thất kinh tế L_3 với rủi ro tổn thất kinh tế R_3 tương ứng và yêu cầu mới đối với tổn thất dịch vụ L_2 .

KẾT LUẬN

Được sự chỉ bảo tỉ mỉ và nhiệt tình của giáo viên hướng dẫn, nội dung luận văn nghiên cứu phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông đã đạt được một số kết quả nhất định.

Nêu rõ được tầm quan trọng của việc tính toán rủi ro do sét đối với trạm viễn thông.

Việc tính toán và đánh giá chính xác rủi ro do sét gây ra giúp tối ưu hóa các giải pháp bảo vệ và giảm thiểu thiệt hại, đồng thời nâng cao hiệu quả vận hành và an toàn cho hệ thống viễn thông.

Phương pháp tính toán rủi ro đã được áp dụng thử nghiệm cho một số trạm viễn thông cụ thể và đạt hiệu quả trong việc giảm thiểu thiệt hại về thiết bị viễn thông và thời gian gián đoạn thông tin mạng lưới. Luận văn đã trình bày phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông, theo QCVN 32:2020/BTTTT, trên cơ sở tham khảo khuyến nghị K.39 của ITU-T và tiêu chuẩn IEC 62305-2, đề tài đã đề xuất cải tiến phương pháp tính toán rủi ro do sét gây ra với trạm viễn thông là bổ sung tham số tổn thất kinh tế L3, rủi ro tổn thất kinh tế R3 tương ứng và đưa ra yêu cầu mới đối với tổn thất dịch vụ L2.

Dựa vào bản đồ mật độ sét trung bình năm và danh sách mật độ sét từng tỉnh thành và cấu trúc của từng trạm viễn thông để thiết kế xây dựng các giải pháp bảo vệ an toàn cho nhà trạm viễn thông hiệu quả.

Song song với việc tính toán rủi ro, luận văn cũng đề xuất một loạt các biện pháp nhằm cải thiện hệ thống bảo vệ chống sét cho các nhà trạm viễn thông. Đặc biệt, việc sử dụng các thiết bị chống sét hiện đại và tăng cường kiểm tra, bảo trì định kỳ hệ thống tiếp đất là những giải pháp quan trọng để bảo vệ an toàn cho thiết bị hệ thống viễn thông.

Tóm lại, luận văn đã cung cấp một phương pháp tiếp cận khoa học trong việc tính toán rủi ro do sét gây ra đối với trạm viễn thông. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn cao, góp phần vào việc nâng cao an toàn và hiệu quả vận hành của các hệ thống viễn thông trong điều kiện môi trường có nguy cơ bị sét đánh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quy chuẩn Việt Nam QCVN 32:2020/BTTTT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chống sét cho các trạm viễn thông và mạng cáp ngoại vi viễn thông, Hà Nội, 2020.
- [2] Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 8071:2009, Công trình viễn thông - Quy tắc thực hành chống sét và tiếp đất, Hà Nội, 2009.
- [3] Tiêu chuẩn Quốc gia, TCVN 9385:2012, Chống sét cho công trình xây dựng - Hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống, Hà Nội, 2012.
- [4] IEC 62305-1:2010, Protection against lightning - Part 1: General principles, 2010.
- [5] IEC 62305-2:2010, Protection against lightning - Part 2: Risk management, 2010.
- [6] IEC 62305-3:2010, Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard, 2010.
- [7] ITU-T Recommendation K.39, Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges, 2019.
- [8] ITU-T Recommendation K.40, Protection against lightning electromagnetic pulses in telecommunication centres, 2019.
- [9] ITU-T Recommendation K.47, Protection of telecommunication lines against direct lightning flashes, 2012.