

Sử dụng phương pháp nghiên cứu tình huống trong dạy học Kỹ thuật điện cao áp

Nguyễn Thị Thanh Ngân*, Nguyễn Thị Thanh Bình*

*ThS. Khoa Điện- điện tử, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vinh

Received: 29/4/2024; Accepted: 04/5/2024; Published: 13/5/2024

Abstract: Engineering students are not only taught knowledge in books but also need to know how to apply it in practice. The case study method leads students to use acquired theoretical knowledge to apply in real problems. This article presents a case study method for selecting lightning protection options for high-rise buildings and how to choose a better solution to solve. Being taught how to apply theoretical knowledge to real problems, and being directly involved in solving problems, this method is more effective than traditional teaching.

Keywords: Lightning rods, lightning protection, teaching.

1. Đặt vấn đề

Sét là hiện tượng phóng điện trong khí quyển giữa các đám mây mang các điện tích khác dấu hoặc giữa các đám mây và mặt đất. Dòng điện sét tiếp cận mặt đất thông qua con đường nhanh nhất và ngắn nhất có thể. Trong quá trình này, nhiệt độ tăng hơn 20 000 °C, gấp ba lần nhiệt độ của bề mặt mặt trời. Bên cạnh sự gia tăng nhiệt độ nhanh chóng, áp suất đạt đỉnh đột ngột gây ra kết quả nổ và hư hỏng cấu trúc. Sét còn là mối đe dọa cực kỳ nguy hiểm đối với sự sống trên trái đất và gây ra rủi ro rất lớn cho con người

Dòng điện trong những tia sét có thể đạt tới vài vạn ampe với công suất cực kỳ lớn. Sét khi đánh trực tiếp có thể làm chết người và phá hủy, cháy nổ công trình, nhà cửa. Sóng điện từ tia sét còn gây tác hại từ xa lên các mạch điện gọi là sét đánh cảm ứng. Đây là nguyên nhân gây hỏng hóc các thiết bị điện - điện tử như tivi, máy tính, các thiết bị kỹ thuật, máy móc, đài ở các khu dân cư,... Do đó, giông sét là một trong số những hiểm họa thiên tai vô cùng nguy hiểm đối với tính mạng con người và gây ra những thiệt hại rất lớn về tài sản vật chất.

Để bảo vệ các toà nhà, các công trình xây dựng khỏi bị sét đánh, người ta thường lắp kim thu sét. Hiện nay có hai loại được sử dụng phổ biến gồm kim thu sét cổ điển và kim thu sét phát tia tiên đạo. Kim thu sét cổ điển do nhà khoa học người Mỹ Benjamin Franklin phát minh năm 1752. Nó có cấu tạo đơn giản, chỉ là một thanh kim loại nhọn đặt trên đỉnh công trình. Kim thu sét phát tia tiên đạo (ESE- Early Streamer Emission) hay còn được gọi là kim thu sét hiện đại là sự kế thừa của dòng kim cổ điển. Cơ bản nó cũng là một kết cấu kim loại mũi nhọn nhưng được tích hợp thêm một bộ phận đặc biệt làm

nhệm vụ phát ion. Bộ phận này làm gia tăng điện tích lên đầu kim, qua đó nó có thể sớm phóng ra tia tiên đạo trước các vật thể xung quanh. Nhờ vậy bán kính bảo vệ của dòng kim này được gia tăng đáng kể.



Hình 1.1. Kim thu sét phát tia tiên đạo.

Về lý thuyết giảng dạy là vậy tuy nhiên sinh viên ngành điện cần có kỹ năng giải quyết vấn đề cho các bài toán thực tế, chẳng hạn bảo vệ chống sét cho một công trình thì phải lựa chọn giải pháp nào. Bài viết này trình bày phương pháp nghiên cứu tình huống bảo vệ chống sét cho tòa nhà cao tầng trong môn kỹ thuật cao áp nhằm cung cấp cách thức lựa chọn giải pháp cho vấn đề thực tế.

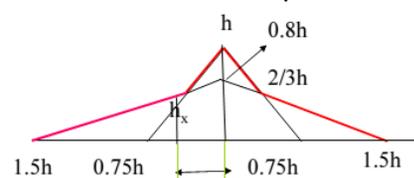
2. Nội dung nghiên cứu

Để bắt đầu có thể tiếp cận giảng dạy theo phương pháp nghiên cứu tình huống, SV cần được học, nắm chắc kiến thức lý thuyết về các giải pháp bảo vệ chống sét.

2.1. Phạm vi bảo vệ của kim thu sét

a) Kim thu sét cổ điển

Theo nghiên cứu thử nghiệm [1- 3], phạm vi bảo vệ của kim thu sét cổ điển xác định theo công thức:



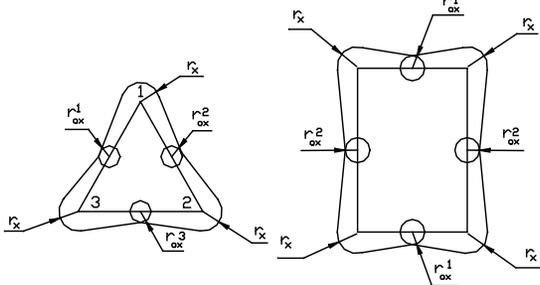
Hình 2.1. Phạm vi bảo vệ của một kim thu sét

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x) \quad (1)$$

h_x : Chiều cao của đối tượng được bảo vệ.

h : Chiều cao kim chống sét

Phạm vi bảo vệ của nhiều kim thu sét:



Hình 2.2. Phạm vi bảo vệ của nhiều kim thu sét.

Chiều cao hiệu dụng của cột chống sét.

$$h_a = h - h_x \quad (2)$$

Trị số bán kính bảo vệ:

$$R_x = \frac{1,6 \cdot h_a \cdot p}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right)} \quad (3)$$

Bề ngang hẹp nhất của phạm vi bảo vệ b_x ở độ cao h_x và khoảng cách xa nhất giữa 2 cột chống sét

$$D = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$b_x = 2 \cdot R_x \cdot \left(\frac{7h_a - a}{14h_a - a}\right) \quad (4)$$

a, b : Khoảng cách giữa các cột

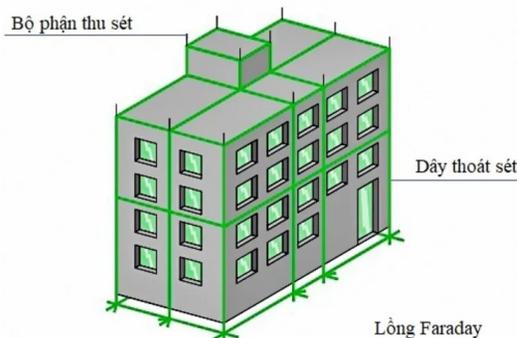
Kiểm tra điều kiện bảo vệ an toàn cho toàn diện tích cần được bảo vệ.

$$D \leq 8 \cdot (h - h_x) \quad \text{với } h \leq 30 \text{ m}$$

$$D \leq 8 \cdot (h - h_x) \cdot p \quad \text{với } h > 30 \text{ m}$$

p : Hệ số hiệu chỉnh

$$\text{Với } h \leq 30 \text{ m thì } p = 1, \quad h > 30 \text{ m thì } p = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$$



Hình 2.3. Hệ thống bảo vệ chống sét cho tòa nhà.

Theo cách này, tòa nhà được bảo vệ bằng hệ

thống chống sét gồm các kim thu sét kim loại với các dây dẫn sét đan xen nhau như lồng lưới (còn có tên gọi là lồng Faraday).

Một hệ thống bảo vệ chống sét điển hình gồm ba bộ phận là kim thu sét trực tiếp (bao để và trụ đỡ kim thu sét...), dây dẫn sét và thiết bị tiếp đất chống sét (hình 2.3). Mỗi bộ phận đều phải có điện trở rất nhỏ, mặt cắt phải đạt tới mức độ nhất định để chịu được dòng điện cực lớn khi sét đánh qua.

b) Kim thu sét phát tia tiên đạo

Vùng bảo vệ R_p của đầu kim thu sét phát tia tiên đạo ESE được tính theo công thức đã được định bởi tiêu chuẩn NFC 17-102 (7/1995).

Bán kính bảo vệ của đầu thu sét được tính như sau:

$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$ khi $h \geq 5 \text{ m}$	(5)
---	-----

Trong đó: h là độ cao của đầu thu sét so với mặt bằng đặt đầu thu sét.

$D = 20$ đối với cấp bảo vệ là cấp 1.

$D = 45\text{m}$ đối với cấp bảo vệ là cấp 2.

$D = 60\text{m}$ đối với cấp bảo vệ là cấp 3.

ΔL độ dài của tia tiên đạo.

$\Delta L = V (m/\mu s) \cdot \Delta T (\mu s)$	(6)
---	-----

Giả định rằng $V = 1\text{m}/\mu\text{s}$ (vận tốc trung bình đo được của tia tiên đạo- tại trang 40 và 52 của NFC 17102).

ΔT : Thời gian phát tia tiên đạo xem tại phụ lục C – NFC 17102 (thông số này do nhà sản xuất công bố trong catalogues) [4].

Khi $h < 5\text{m}$ tra bảng tìm được bán kính bảo vệ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu tình huống

Để SV có kiến thức, kỹ năng giải quyết vấn đề thực tế, một bài toán đặt ra để nghiên cứu: Thiết kế bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho Nhà chung cư Hoa Sen (Khu đô thị Bắc Thành Phố Hà Tĩnh) cao 7 tầng.

*Phương án 1: Sử dụng hệ thống kim thu sét thông thường.

Phạm vi cần bảo vệ cho chung cư được chọn một vùng với kích thước bằng diện tích phần mái nhà được biểu diễn ở hình sau :

Tính cho vùng đặt 4 cột thu lôi như trên hình vẽ.

Cao: $h_x = 2 \text{ m} \rightarrow h_a = h - h_x = 3,5 - 2 = 1,5 \text{ (m)}$

Ngang: $a = 7,5 \text{ m}$

Dài: $b = 12,5 \text{ m}$

Kiểm tra : Vật có độ cao h_x nằm trong tầng mái của nhà chung cư sẽ được bảo vệ nếu thỏa mãn điều kiện:

$$D = \sqrt{a^2 + b^2} \leq 8(h - h_x) = 8.h_a \Leftrightarrow \sqrt{7,5^2 + 12,5^2} \leq 8.3,5$$

$$\Leftrightarrow 14,6 < 28$$

Vậy với chiều cao $h_a = 3,5$ m và cách bố trí như hình 2.4 sẽ thỏa mãn bảo vệ cho toàn phần diện tích cần bảo vệ cho toàn nhà chung cư Hoa Sen.

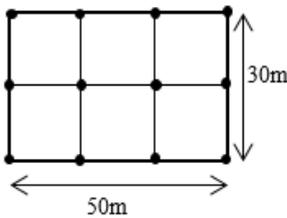
Tính toán phạm vi cần bảo vệ :

Áp dụng công thức:

$$R_x = \frac{1,6.h_a.P}{(1 + \frac{h_x}{h})} = \frac{1,6.3,5.1,66}{1 + \frac{2}{11}} = 7,87(m)$$

$$b_{x_a} = 2R_x \cdot \frac{7.h_a - a}{14.h_a - a} = 2.7,87 \cdot \frac{7.3,5 - 7,5}{14.3,5 - 7,5} = 6,45 (m)$$

$$b_{x_b} = 2R_x \cdot \frac{7.h_a - b}{14.h_a - b} = 2.7,87 \cdot \frac{7.3,5 - 12,5}{14.3,5 - 12,5} = 5,2 (m)$$



Hình 2.4. Khoảng cách giữa các kim thu sét.

Giá vật tư tham khảo:

TT	Tên vật tư thiết bị	Số lượng	Giá 1000VNĐ
1	Kim thu sét cổ điển	12	12000
2	Thanh đỡ kim thu sét	3x12	
3	Vật tư phụ (Đai định vị cáp thoát sét, bu lông, vít nở ...)	12 Bộ	
4	Chân trụ đỡ kim thu sét kèm đế	12	
5	Dây dẫn cáp đồng trần M50	400m	36000
6	Ống ghen điện Sino cách điện (Dây cáp đồng trần đi trong ống ghen này)	350m	
7	Cọc tiếp địa chuyên dụng D16x 2.4 m	4	600
8	Bộ dây cáp neo, tăng đơ, ốc xiết cáp.	01 Bộ	Thi công
9	Hộp đo kiểm tra điện trở tiếp đất.	01 Hộp	
10	Đo kiểm tra điện trở tiếp đất bằng đồng hồ chuyên dụng KyoRitsu	01 Hệ	

*Phương án 2: Sử dụng hệ thống kim thu sét phát tia tiên đạo.

Sử dụng 1 kim thu sét Stormaster ESE30 cao 5m, phạm vi bảo vệ như sau:

Kim thu sét Stormaster ESE30 cao 5m	Mức bảo vệ 1 (mức bảo vệ cao nhất)	Mức bảo vệ 2 (mức bảo vệ trung bình)	Mức bảo vệ 3 (mức bảo vệ tiêu chuẩn)
Bán kính bảo vệ (m)	48	63	71

Tên vật tư thiết bị	SL
1 Kim thu sét phát tia tiên đạo sớm	01
2 Khớp nối kim thu sét chuyên dụng bằng Inox	01
3 Bộ ghép nối Inox D42 x3mm x 3	01
4 Chân trụ đỡ kim thu sét kèm đế	01
5 Dây dẫn cáp đồng trần M50	40m
6 Ống ghen điện Sino cách điện (Dây cáp đồng trần đi trong ống ghen này)	32m
7 Cọc tiếp địa chuyên dụng D16 x 2.4 m	4
8 Khớp nối cọc tiếp địa chuyên dụng bằng đồng. (dùng để nối 2 cọc tiếp địa thành 4,8m)	2 cái
9 Mối hàn hóa nhiệt Capweld liên kết cọc tiếp địa và dây cáp đồng.	2 mối
10 Bộ dây cáp neo, tăng đơ, ốc xiết cáp.	01 Bộ
11 Hộp đo kiểm tra điện trở tiếp đất.	01 Hộp
12 Vật tư phụ (Đai định vị cáp thoát sét, bu lông, vít nở ...)	01 Hệ
13 Đo kiểm tra điện trở tiếp đất bằng đồng hồ chuyên dụng KyoRitsu	01 Hệ

Như vậy về kinh tế đối với công trình này kim thu sét phát tia tiên đạo vẫn tiết kiệm chi phí hơn một nửa.

Tùy thuộc vào chiều cao, diện tích tòa nhà mà so sánh 2 phương án về phương diện kinh tế, nhưng người ta ước tính rằng, đối với tòa nhà cao tầng hơn 3 tầng sử dụng kim thu sét phát tia tiên đạo có chi phí thấp hơn.

3. Kết luận

Với phương pháp nghiên cứu tình huống, bài toán thực được đem ra làm đối tượng nghiên cứu, thảo luận. Dựa trên kiến thức đã học, SV có thể đề xuất và so sánh hiệu quả của các giải pháp. Trường hợp tòa nhà cao tầng, do diện tích mặt bằng nhỏ và độ cao lớn nên để bảo vệ chống sét thì hệ thống sử dụng kim thu sét phát tia tiên đạo có chi phí thấp hơn so với kim thu sét cổ điển. Được hướng dẫn cách áp dụng kiến thức lý thuyết vào các bài toán thực, được trực tiếp tham gia giải quyết bài toán, phương pháp này có hiệu quả hơn so với giảng dạy truyền thống.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Tiêu chuẩn chống sét NF- 17- 102, French standard NF C- 17- 102, Paris, 1995.
- [2]. Trần Văn Tóp (2007), *Kỹ thuật điện cao áp - quá điện áp và bảo vệ chống quá điện áp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội.
- [3]. Hoàng Việt (2007), *Kỹ thuật điện cao áp tập 1, 2*, NXB ĐHQG TP HCM.
- [4]. Quyền Huy Ánh, Lê Công Thành (2004), *Giáo trình An toàn điện*, TP HCM.