

NGHIÊN CỨU CHIỀU CAO ĐẶT LƯỚI THU SÉT TRÊN CÔNG TRÌNH THEO TIÊU CHUẨN TCXDVN9385:2012 NHẪM TĂNG HIỆU QUẢ BẢO VỆ

Ngô Quang Ước*, Đào Xuân Tiến, Nguyễn Ngọc Kính, Nguyễn Hữu Thuần

Khoa Cơ Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Email: nquoc@vnua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 22.12.2014

Ngày chấp nhận: 30.07.2015

TÓM TẮT

Chiều cao tối thiểu của lưới thu sét theo tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 chưa được đề cập cụ thể. Mục đích của nghiên cứu này là đề xuất chiều cao của lưới thu sét theo tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 nhằm đạt được hiệu quả bảo vệ cao. Khi chiều cao công trình không quá 20m, sử dụng lưới 5m x 10m và lưới 10m x 20m đặt chiều cao lưới tối thiểu tương ứng là 16 cm và 21 cm. Nếu chiều cao lớn hơn 20m, áp dụng phương pháp quả cầu lăn với 4 dạng lưới là 5m x 5m, 10m x 10m, 15m x 15m và 20m x 20m tương ứng chiều cao tối thiểu là 5cm, 10cm, 15cm và 20cm.

Từ khóa: Phương pháp lưới chống sét, phương pháp quả cầu lăn, tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012.

Determining the Height of Mesh - Type Air - Termination Installment above The Flat Roof According to Standard TCXDVN9385:2012 to Increase Interception Efficiencies

ABSTRACT

The minimum height of mesh according to standard TCXDVN9385:2012 was not clearly defined. The aim of this study was to propose the height of mesh-type air - termination according to the standard TCXDVN9385: 2012 to achieve high protection. When buildings not higher than 20m, a mesh width of 5m x 10m and 10m x 20m can be installed at a height 16cm and 21cm, respectively. If the height of buildings greater than 20 m rolling - sphere method, with 4 mesh type are 5m x 5m, 10m x 10m, 15m x 15m and 20m x 20m at minimum height of 5cm, 10cm, 15cm, and 20cm, respectively, can be used..

Keywords: mesh method, standard TCXDVN9385:2012, the rolling - sphere method.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chống sét cho các công trình xây dựng là rất cần thiết để đảm bảo an toàn cho công trình. Vì vậy, ở mỗi quốc gia đã soạn thảo một tiêu chuẩn để áp dụng. Ở Việt Nam, tiêu chuẩn mới nhất được đưa vào sử dụng trong lĩnh vực chống sét cho các công trình xây dựng là TCXDVN9385:2012. Trong tiêu chuẩn này, các biện pháp chống sét trực tiếp cho công trình dựa trên 3 phương pháp chính: phương pháp góc bảo vệ; phương pháp lưới bảo vệ; phương pháp quả cầu lăn.

Phương pháp lưới bảo vệ được đề cập với 2 dạng lưới chính là lưới 5m x 10m áp dụng cho các công trình dễ cháy nổ và lưới 10m x 20m áp dụng các công trình mái bằng khác. Tiêu chuẩn trình bày một cách khá chi tiết với một số dạng công trình cụ thể, tuy nhiên chưa đề cập đến việc đặt lưới thu sét cao bao nhiêu so với mái công trình. Vì vậy, khi thiết kế chống sét sử dụng phương pháp lưới bảo vệ sẽ nhiều gặp khó khăn. Nhận thấy sự cần thiết cho việc thiết kế chống sét theo phương pháp lưới bảo vệ, nghiên cứu xác định chiều cao của lưới nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ chống sét cho công trình.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nghiên cứu dựa trên các dạng lưới thu sét của tiêu chuẩn chống sét TCXDVN9385:2012, áp dụng phương pháp quả cầu lăn theo tiêu chuẩn IEC (IEC 62305, 2010) và kết quả nghiên cứu lưới chống sét theo phương pháp mô hình điện hình học (Alexander, 2012) để đề xuất chiều cao tối thiểu của lưới nhằm đảm bảo an toàn cho công trình.

2.1. Phương pháp lưới bảo vệ theo tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012

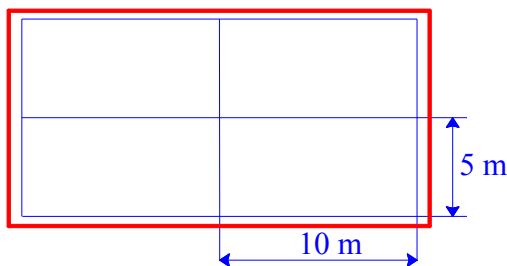
Phương pháp này được đề cập theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCXDVN9385:2012) áp dụng để bảo vệ cho các công trình mái nghiêng lớn, và mái bằng có chiều cao không quá 20 m. Tiêu chuẩn đề cập đến 2 dạng lưới thu sét là 5m x 10m (Hình 1) và 10m x 20m (Hình 2). Với dạng lưới 5m x 10m áp dụng cho

các công trình dễ cháy nổ, lưới 10m x 20m được áp dụng cho các công trình khác. Ngoài ra tiêu chuẩn cũng đề cập bổ sung thêm các kim thu sét quanh công trình để nâng cao khả năng bảo vệ.

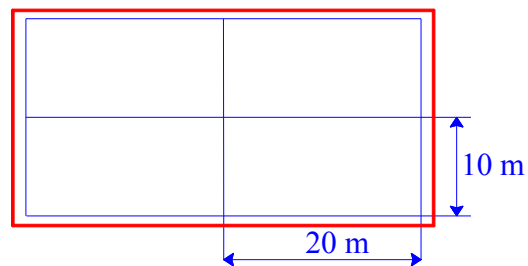
Với công trình cao hơn 20 m, áp dụng phương pháp quả cầu lăn để tính toán, và khuyến nghị dùng bán kính quả cầu lăn 20m đối với các công trình có nguy cơ cháy cao, còn bình thường dùng bán kính 60m.

2.2. Phương pháp quả cầu lăn theo IEC62305 (2010)

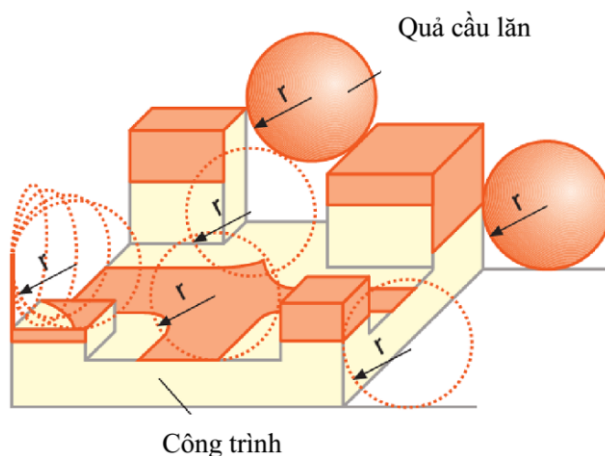
Phương pháp này là dùng một quả cầu có bán kính r cho lăn quanh công trình cần bảo vệ (Hình 3), nếu bộ phận nào quả cầu chạm vào thì sẽ bị sét đánh vào. Căn cứ vào đó, đưa ra phương pháp đặt hệ thống thu sét thích hợp để quả cầu không chạm vào công trình.



Hình 1. Lưới thu sét 5m x 10 m



Hình 2. Lưới thu sét 10m x 20 m



Hình 3. Phương pháp quả cầu lăn

Bảng 1. Lưới thu sét theo cấp bảo vệ

Cấp bảo vệ	Dòng điện sét min (kA)	Bán kính quả cầu lăn r (m)	Hiệu quả bảo vệ (%)	Ô lưới (m x m)
I	3	20	99	5 x 5
II	5	30	97	10 x 10
III	10	45	91	15 x 15
IV	16	60	84	20 x 20

Bán kính quả cầu lăn được tính theo công thức:

$$r = 10I^{0,65} \quad (\text{m}) \quad (1)$$

Trong đó: I là dòng điện đỉnh (kA)

Theo tiêu chuẩn IEC (IEC 62305, 2010) đề cập 4 cấp bảo vệ tương ứng với 4 dòng điện sét bé nhất, và tính được bán kính quả cầu lăn tương ứng với từng cấp theo công thức (1), tính hiệu quả bảo vệ của từng cấp theo công thức (2). Với 4 cấp bảo vệ này IEC đã giới thiệu 4 dạng lưới phù hợp cho từng cấp tương ứng thể hiện trong bảng 1.

Hiệu quả bảo vệ được tính theo công thức sau (Sen, 2001):

$$P(I_{\min}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I_{\min}}{24}\right)^{2,6}} * 100 \quad (2)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính toán chiều cao tối thiểu để đặt lưới thu sét

Độ sâu nhất của quả cầu lăn so mới mặt lưới được tính theo công thức (IEC 62305, 2010):

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (3)$$

Bảng 2. Giá trị p phụ thuộc các cạnh ô lưới và bán kính quả cầu

a (m)	Độ sâu nhất p (m)			
	Bán kính của quả cầu r (m)			
	20m (Cấp I)	30m (Cấp II)	45m (Cấp III)	60m (Cấp IV)
1	0,01	0,00	0,00	0,00
2	0,03	0,02	0,01	0,01
3	0,06	0,04	0,03	0,02
4	0,10	0,07	0,04	0,03
5	0,16	0,10	0,07	0,05
6	0,23	0,15	0,10	0,08
7	0,31	0,20	0,14	0,10
8	0,40	0,27	0,18	0,13
9	0,51	0,34	0,23	0,17
10	0,64	0,42	0,28	0,21
11	0,77	0,51	0,34	0,25
12	0,92	0,61	0,40	0,30
13	1,09	0,71	0,47	0,35
14	1,27	0,83	0,55	0,41
15	1,46	0,95	0,63	0,47
16	1,67	1,09	0,72	0,54
17	1,90	1,23	0,81	0,61
18	2,14	1,38	0,91	0,68
19	2,40	1,54	1,01	0,76
20	2,68	1,72	1,13	0,84

Trong đó:

p là độ sâu nhất của mặt cầu so với lưới thu sét (m)

r là bán kính quả cầu lăn (m)

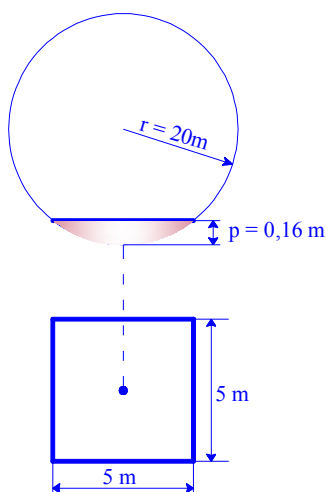
a là cạnh của lưới (dạng hình vuông) hoặc cạnh bé của lưới (dạng chữ nhật) (m)

Tùy thuộc vào ô lưới và cấp bảo vệ mà ta có độ sâu nhất của mặt cầu so với mặt bằng lưới sẽ khác nhau, được tính toán trong bảng 2.

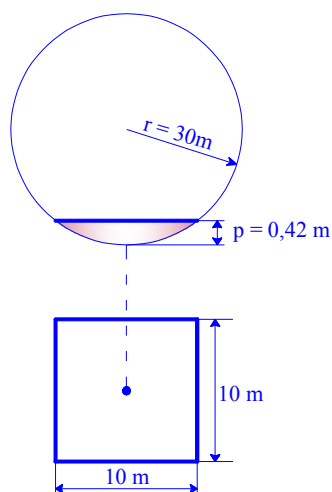
Theo tiêu chuẩn IEC (IEC 62305, 2010) ta có 4 cấp tương ứng với 4 dạng ô lưới và độ sâu nhất p được thể hiện qua các hình 4 đến hình 7.

Từ hình 4 đến hình 7 ta thấy chỉ có 1 điểm của quả cầu nằm sâu nhất so với mặt lưới đó là điểm nằm ở tâm của lưới.

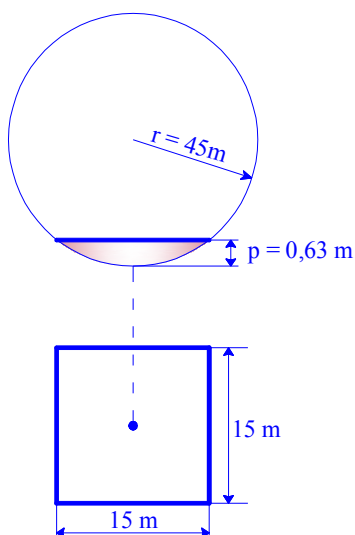
Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCXDVN9385:2012) ta có độ sâu nhất p so với mặt lưới được thể hiện trên hình 8 và hình 9.



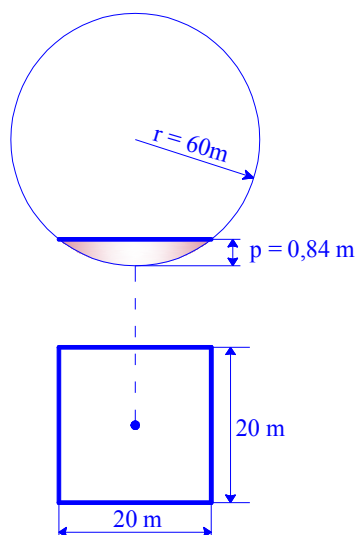
Hình 4. Giá trị p của lưới 5m x 5m



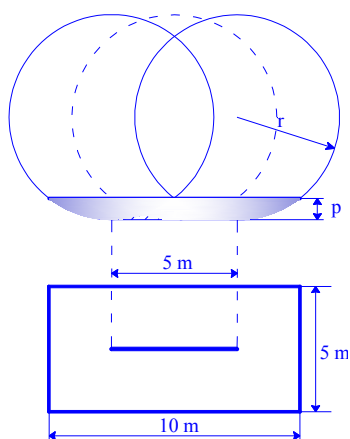
Hình 5. Giá trị p của lưới 10m x 10m



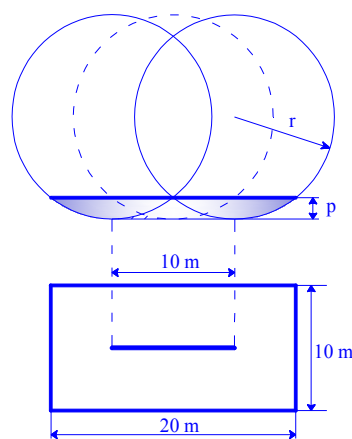
Hình 6. Giá trị p của lưới 15m x 15m



Hình 7. Giá trị p của lưới 20m x 20m



Hình 8. Độ sâu p của lưới 5m x 10m



Hình 9. Độ sâu p của lưới 10m x 20m

Qua hình 8 và hình 9 nhận thấy: khi áp dụng phương pháp quả cầu lăn vào 2 dạng lưới thu sét theo tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 thì độ sâu nhất p của quả cầu so với mặt lưới không chỉ là 1 điểm mà là 1 đường thẳng tương ứng với ô lưới 5m x 10m là 5m và ô lưới 10m x 20m là 10m.

Theo khuyến cáo của tiêu chuẩn Việt Nam (TCXDVN9385:2012), khi áp dụng quả cầu lăn bảo vệ cho các công trình dễ cháy nổ thì dùng bán kính quả cầu $r = 20\text{m}$, như vậy lưới 5m x 10m có độ sâu nhất p bằng 16cm. Có nghĩa là khi thiết kế lưới 5m x 10m bảo vệ cho công trình, phải đặt lưới trên công trình ít nhất là 16cm (Bảng 2). Với lưới 10m x 20m áp dụng bán kính quả cầu lăn 60m như vậy theo bảng 2 ta có

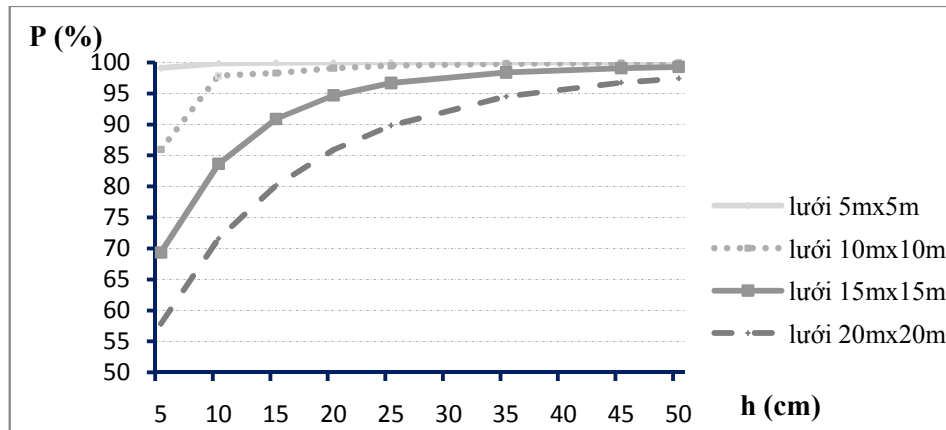
chiều cao tối thiểu của lưới này khi thiết kế không thấp hơn 21cm.

Các công trình có kiến trúc phức tạp có chiều cao lớn hơn 20m theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCXDVN9385:2012) áp dụng phương pháp quả cầu lăn để tính toán. Như vậy, nếu sử dụng ô lưới 5m x 5m thì chiều cao tối thiểu của ô lưới so với công trình là 16cm, sử dụng ô lưới 10m x 10m thì 42cm, sử dụng ô lưới 15m x 15m thì 63cm và sử dụng ô lưới 20m x 20m thì 84cm.

Tuy nhiên nếu sử dụng mô hình điện hình học (Alexander, 2012), ta có kết quả về hiệu quả ngăn chặn sét của 4 dạng lưới theo độ cao đặt lưới trên công trình được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Sự phụ thuộc của hiệu quả ngăn chặn sét vào chiều cao lưới

Chiều cao lưới so với mái h (cm)	Hiệu quả ngăn chặn sét P (%)			
	Dạng lưới (m)			
	5m x 5m	10m x 10m	15m x 15m	20m x 20m
5	99,11	85,97	69,36	57,85
10	99,86	97,87	83,65	71,60
15	99,96	98,29	90,89	80,17
20	99,99	99,09	94,69	85,89
25	99,99	99,47	96,69	89,84
35	99,99	99,79	98,40	94,50
45	99,99	99,90	99,08	96,76
50	99,99	99,93	99,29	97,43



Hình 10. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa chiều cao lưới và hiệu quả ngăn chặn sét của các dạng lưới theo IEC

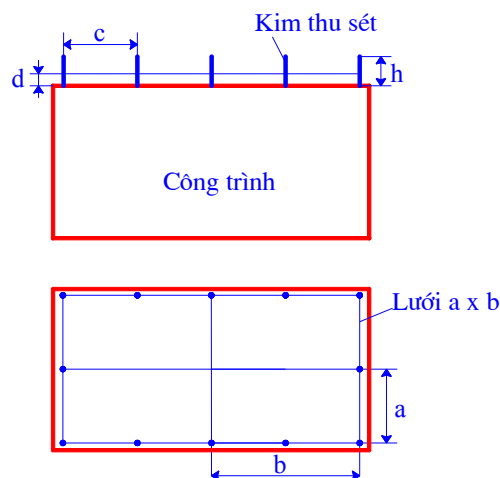
Qua bảng 3 cho thấy với hiệu quả ngăn chặn sét có được, so sánh với hiệu quả ngăn chặn ở bảng 1, cho ta chiều cao treo lưới so với mặt công trình lúc này sẽ giảm đi đáng kể: Nếu lưới 5m x 5m (cấp I) chiều cao lưới so trên công trình là 5cm thì hiệu quả ngăn chặn sét đã đạt trên 99%; nếu lưới là 10m x 10m (cấp II) với chiều cao bố trí lưới là 10cm thì đạt được hiệu quả ngăn chặn sét là 97%; lưới 15m x 15m (cấp III) chiều cao của lưới so với công trình là 15cm thì đạt được hiệu quả ngăn chặn là 91%. Cuối cùng là lưới 20m x 20m (cấp IV) chiều cao tối thiểu là 20cm đã đạt được hiệu quả ngăn chặn là trên 84%.

Tuy nhiên sử dụng bảng 3 áp dụng cho dạng lưới 5m x 10m, và lưới 10m x 20m không

có cơ sở. Vì trong tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 không nói rõ hiệu quả ngăn chặn sét của 2 dạng lưới này là bao nhiêu. Vì vậy ta sử dụng phương pháp quả cầu lăn đã tính ở bảng 2 áp dụng cho 2 dạng lưới này.

3.2. Tính toán chiều cao kim thu sét phối hợp với lưới thu sét

Nếu chỉ sử dụng các dạng lưới chống sét trên để chống sét cho công trình, muốn đảm bảo an toàn cho công trình thì cần đặt độ cao của lưới khá cao, nhiều công trình thấp sẽ không đảm bảo mỹ quan. Vì vậy, cần bổ sung thêm kim thu sét quanh công trình nhằm đảm bảo sét không đánh vào cạnh của công trình và giảm được chiều cao đặt lưới.



Hình 11. Kết hợp giữa kim thu sét và lưới thu sét

Bảng 4. Chiều cao kim thu sét với lưới 5m x 10m, r = 20m, a = 5m

c (m)	1	2	3	4	5
h (cm)	23,3	25,2	28,4	32,8	38,5

Bảng 5. Chiều cao kim thu sét với lưới 10m x 20m, r = 60m, a = 10m

c (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h (cm)	36	36,6	37,6	39,1	41	43,3	46	49,1	52,7	56,7

Công thức tính chiều cao của kim thu sét phụ thuộc vào độ cao của lưới thu sét khi bố trí kim theo hình 11 là [5]:

$$h = r - \sqrt{r^2 - \left[\left(a - \sqrt{2rd - d^2} \right)^2 + \frac{c^2}{4} \right]} \quad (\text{m}) \quad (4)$$

Trong đó:

r là bán kính quả cầu (m)

a: cạnh của ô lưới (dạng hình vuông) hoặc cạnh bé của lưới (hình chữ nhật) (m)

d: độ cao của lưới so mái công trình (m), giá trị $d < p$ tính theo (3) hoặc trong bảng 2

c: khoảng cách giữa 2 kim thu sét (m)

Công thức (4) chỉ đúng khi chiều cao của lưới so với công trình nhỏ hơn giá trị p tính theo (3) và $c \leq a$. Nếu chiều cao lưới $d > p$ thì không cần kim thu sét vì lưới thu sét đã đảm bảo an toàn cho công trình.

Qua công thức (4) nếu sử dụng lưới 5m x 10m và 10m x 20 m, khi chiều cao của lưới là 10 cm, hệ thống kim thu sét bố trí như hình 11, chiều cao của kim thu sét tính được cho trong bảng 4, bảng 5

Như vậy nếu sử dụng lưới 5m x 10m đặt cao 10cm thì cần bố trí kim thu sét chiều cao tối thiểu là 39cm và khoảng cách giữa 2 kim là 5 m. Với lưới 10m x 20m đặt ở độ cao 10cm thì cần bố trí kim thu sét với chiều cao tối thiểu là 41cm nếu khoảng cách 2 kim cách nhau 5m và 57cm nếu 2 kim cách nhau 10m.

4. KẾT LUẬN

Khi áp dụng 2 dạng lưới thu sét 5m x 10m và 10m x 20m bảo vệ cho công trình có chiều cao

không lớn hơn 20m theo tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 thì chiều cao của lưới so với công trình nên đặt là không thấp hơn 16cm đối với lưới 5m x 10m và 21cm đối với lưới 10m x 20m.

Với các công trình có chiều cao lớn hơn 20 m, tiêu chuẩn TCXDVN9385:2012 khuyến cáo áp dụng phương pháp quả cầu lăn. Phương pháp này có 4 cấp với 4 dạng lưới là: lưới 5m x 5m (cấp I), lưới 10m x 10m (cấp II), lưới 15m x 15m (cấp III), và lưới 20m x 20m (cấp IV). Tương ứng nên đặt chiều cao của lưới không thấp hơn 5 cm, 10 cm, 15cm và 20cm.

Khi thiết kế để giảm chiều cao đặt lưới có thể dùng kim thu sét bổ sung bố trí quanh công trình (Hình 11) và chiều cao kim được tính toán theo công thức (4).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCXDVN9385:2012 (2012). Chống sét cho công trình xây dựng - hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống, Hà Nội.
- IEC 62305 - 3 Edition 2.0 (2010). Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
- Alexander Kern, Christof Schelthoff, Moritz Mathieu (2012). Calculation of interception efficiencies for mesh - type air - terminations according to IEC 62305 - 3 using a dynamic electro - geometrical model, 2012 International Conference on Lightning Protection (ICLP), Vienna, Austria.
- Sen P.K. (2001). P.E: Understanding Direct Lightning Stroke Shielding of Substations.
- Ngô Quang Ước, Đào Xuân Tiến, Vũ Hải Thuận, Nguyễn Thị Huyền Thanh, Nguyễn Hữu Thuận (2014). Nghiên cứu và thiết kế hệ thống chống sét tiêu chuẩn cho khu vực Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Đề tài cấp Học viện, Mã số T2013-05-20.