

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7447-5-54:2015

IEC 60364-5-54:2011

Xuất bản lần 2

**HỆ THỐNG LẮP ĐẶT ĐIỆN HẠ ÁP -
PHẦN 5-54: LỰA CHỌN VÀ LẮP ĐẶT THIẾT BỊ ĐIỆN -
BỐ TRÍ NÓI ĐẤT VÀ DÂY BẢO VỆ**

*Low-voltage electrical installations - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment -
Earthing arrangements and protective conductors*

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	5
541 Quy định chung	7
541.1 Phạm vi áp dụng	7
541.2 Tài liệu viện dẫn	7
541.3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
542 Bố trí nối đất	10
543 Dây bảo vệ	15
544 Dây liên kết bảo vệ	22
Phụ lục A (quy định) – Phương pháp xác định hệ số k trong 543.1.2	23
Phụ lục B (tham khảo) – Minh họa bố trí nối đất, dây bảo vệ và dây liên kết bảo vệ	27
Phụ lục C (tham khảo) – Lắp đặt các điện cực đất móng chôn trong bê tông	29
Phụ lục D (tham khảo) – Lắp đặt các điện cực đất móng chôn trong đất	32
Phụ lục E (tham khảo) – Danh mục các lưu ý liên quan đến một số quốc gia	36
Thư mục tài liệu tham khảo	42

Lời nói đầu

TCVN 7447-5-54:2015 thay thế TCVN 7447-5-54:2005;

TCVN 7447-5-54:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 60364-5-54:2011;

TCVN 7447-5-54:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7447 (IEC 60364), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp* có các phần sau:

- TCVN 7447-1 (IEC 60364-1), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 1: Nguyên tắc cơ bản, đánh giá các đặc tính chung, định nghĩa;*
- TCVN 7447-4 (IEC 60364-4), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 4: Bảo vệ an toàn;*
- TCVN 7447-5 (IEC 60364-5), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện;*
- TCVN 7447-6 (IEC 60364-6), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 6: Kiểm tra xác nhận;*
- TCVN 7447-7 (IEC 60364-7), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 7: Yêu cầu cụ thể đối với hệ thống lắp đặt đặc biệt hoặc khu vực đặc biệt.*

Hệ thống lắp đặt điện hạ áp –

Phần 5-54: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện – Bố trí nối đất và dây bảo vệ

Low-voltage electrical installations –

Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors

541 Quy định chung

541.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các bố trí nối đất, dây bảo vệ kể cả dây liên kết bảo vệ để đáp ứng yêu cầu về an toàn của hệ thống lắp đặt điện.

541.2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố, áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 7447-4-41:2010 (IEC 60364-4-41:2005), *Hệ thống lắp đặt điện của các tòa nhà – Phần 4-41: Bảo vệ an toàn – Bảo vệ chống điện giật*

TCVN 7447-4-44:2010 (IEC 60364-4-44:2007), *Hệ thống lắp đặt điện của các tòa nhà – Phần 4-44: Bảo vệ an toàn – Bảo vệ chống nhiễu điện áp và nhiễu điện từ*

TCVN 7447-5-51:2010 (IEC 60364-5-51:2005), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5-51: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện – Quy tắc chung*

IEC 60439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)* (Tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 2: Yêu cầu cụ thể đối với hệ thống thanh cái)

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules* (Tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung)

TCVN 7447-5-54:2015

IEC 61439-2, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies (Tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 2: Cụm thiết bị đóng cắt và điều khiển động lực)*

IEC 60724, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV) (Giới hạn nhiệt độ khi ngắn mạch của cáp điện lực có điện áp danh định 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) và 3 kV ($U_m = 3,6$ kV))*

IEC 60909-0, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents (Dòng điện ngắn mạch trong hệ thống điện ba pha xoay chiều – Phần 0: Tính toán dòng điện)*

IEC 60949, *Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects (Tính toán dòng điện ngắn mạch cho phép về nhiệt, có tính đến các hiệu ứng gia nhiệt phi đoạn nhiệt)*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment (Bảo vệ chống điện giật – Các khía cạnh chung đối với hệ thống lắp đặt và thiết bị)*

IEC 61534-1, *Powertrack systems - Part 1: General requirements (Hệ thống thanh dẫn nguồn – Phần 1: Yêu cầu chung)*

IEC 62305 (tất cả các phần), *Protection against lightning (Bảo vệ chống sét)*

IEC 62305-3:2006¹, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Bảo vệ chống sét – Phần 3: Thiệt hại đến kết cấu và nguy hiểm tính mạng)*

541.3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa của IEC 61140 cùng với các định nghĩa dưới đây.

Các định nghĩa dùng cho bố trí nối đất, dây bảo vệ và dây liên kết bảo vệ được minh họa trong Phụ lục B và liệt kê như dưới đây:

541.3.1

Bộ phận dẫn để trần (exposed-conductive-part)

Bộ phận dẫn có thể chạm vào của thiết bị và bình thường thì không mang điện nhưng có thể trở thành mang điện khi hỏng cách điện chính.

[IEC 60050-826:2004, 826-12-10]

541.3.2

Bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt (extraneous-conductive-part)

Bộ phận dẫn không phải là một phần của hệ thống lắp đặt điện nhưng có khả năng đưa vào hệ thống một điện thế, thường là điện thế của đất cục bộ.

[IEC 60050-826:2004, 826-12-11]

¹ Đã có TCVN 9888-3:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 62305-3:2010.

541.3.3**Điện cực đất (earth electrode)**

Bộ phận dẫn có thể được đặt trong đất hoặc môi trường dẫn đặc biệt, ví dụ như bê tông, có tiếp xúc điện với đất.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-05, có sửa đổi]

541.3.4**Điện cực đất móng đặt trong bê tông (concrete-embedded foundation earth electrode)**

Điện cực đất đặt trong bê tông của móng nhà, thường ở dạng vòng kín.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-08, có sửa đổi]

541.3.5**Điện cực đất móng đặt trong đất (soil-embedded foundation earth electrode)**

Điện cực đất chôn trong đất bên dưới móng nhà, thường ở dạng vòng kín.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-08, có sửa đổi]

541.3.6**Dây bảo vệ (protective conductor)**

Dây dẫn được trang bị nhằm mục đích an toàn, ví dụ như bảo vệ chống điện giật.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-22]

CHÚ THÍCH: Ví dụ về dây bảo vệ bao gồm dây liên kết bảo vệ, dây nối đất bảo vệ và dây nối đất khi được sử dụng để bảo vệ chống điện giật.

541.3.7**Dây liên kết bảo vệ (protective bonding conductor)**

Dây bảo vệ được trang bị cho liên kết đẳng thế bảo vệ.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-24]

541.3.8**Dây nối đất (earthing conductor)**

Dây dẫn tạo đường dẫn, hoặc một phần của đường dẫn, giữa một điểm đã cho trong hệ thống hoặc trong hệ thống lắp đặt hoặc trong thiết bị và mạng điện cực đất.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-12]

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, dây nối đất là dây dẫn nối điện cực đất với điểm trong hệ thống liên kết đẳng thế, thường là đầu nối đất chính.

541.3.9**Đầu nối đất chính (main earthing terminal)**

(Thanh cái nối đất chính)

TCVN 7447-5-54:2015

Đầu nối hoặc thanh cái là một phần của bố trí nối đất của hệ thống lắp đặt cho phép đầu nối điện của một số dây dẫn cho mục đích nối đất.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-15]

541.3.10

Dây nối đất bảo vệ (protective earthing conductor)

Dây nối đất dùng cho nối đất bảo vệ.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-23]

541.3.11

Nối đất chức năng (functional earthing)

Nối đất một điểm hoặc nhiều điểm trong hệ thống hoặc trong hệ thống lắp đặt hoặc trong thiết bị cho các mục đích không phải an toàn điện.

[IEC 60050-826:2004, 826-13-10]

541.3.12

Bố trí nối đất (earthing arrangement)

Tất cả các đầu nối điện và thiết bị liên quan trong nối đất của hệ thống, hệ thống lắp đặt hoặc thiết bị.

[IEC 60050-195:2004, 195-02-20]

542 Bố trí nối đất

542.1 Yêu cầu chung

542.1.1 Bố trí nối đất có thể được sử dụng chung hoặc riêng cho mục đích bảo vệ và mục đích chức năng theo yêu cầu của hệ thống lắp đặt điện. Phải luôn ưu tiên các yêu cầu đối với mục đích bảo vệ.

542.1.2 Điện cực đất trong hệ thống lắp đặt, nếu được cung cấp, phải được nối đến đầu nối đất chính bằng dây nối đất.

CHÚ THÍCH: Hệ thống lắp đặt không nhất thiết phải có điện cực đất riêng.

542.1.3 Trong trường hợp nguồn cấp cho hệ thống lắp đặt là nguồn cao áp thì các yêu cầu liên quan đến bố trí nối đất của nguồn cao áp và của hệ thống điện hạ áp cũng phải phù hợp với Điều 442 của TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44).

542.1.4 Yêu cầu đối với bố trí nối đất là để cung cấp mỗi nối đất:

- tin cậy và thích hợp với các yêu cầu bảo vệ của hệ thống lắp đặt;
- có thể mang dòng điện sự cố với đất và dòng điện của dây bảo vệ xuống đất mà không gây nguy hiểm do ứng suất nhiệt, cơ nhiệt và cơ điện cũng như nguy hiểm điện giật phát sinh từ các dòng điện này;
- nếu liên quan, cũng thích hợp với các yêu cầu chức năng;

– thích hợp để dự đoán các ảnh hưởng bên ngoài (xem TCVN 7447-5-51 (IEC 60364-5-51)), ví dụ các ứng suất cơ và ăn mòn.

542.1.5 Phải lưu ý đến bố trí nối đất khi các dòng điện có tần số cao dự kiến sẽ chạy qua (xem Điều 444 của TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44)).

542.1.6 Bảo vệ chống điện giật, như quy định trong TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41) không bị ảnh hưởng bất lợi do bất kỳ sự thay đổi bất kỳ dự kiến được của điện trở của điện cực đất (ví dụ ăn mòn, khô hoặc đóng băng).

542.2 Điện cực đất

542.2.1 Kiểu, vật liệu và kích thước của điện cực đất phải được chọn để chịu được ăn mòn và có đủ độ bền cơ trong suốt tuổi thọ thiết kế.

CHÚ THÍCH 1: Đối với ăn mòn, có thể phải xét đến các tham số sau: độ pH của đất tại vị trí lắp đặt, điện trở suất của đất, độ ẩm của đất, dòng điện xoay chiều và một chiều tập tán hoặc rò, nhiễm bẩn hóa chất, và các vật liệu không giống nhau đặt gần nhau.

Đối với các vật liệu thông thường được sử dụng để làm điện cực đất, các kích thước nhỏ nhất về khía cạnh ăn mòn và độ bền cơ khi đặt trong đất hoặc trong bê tông được cho trong Bảng 54.1.

CHÚ THÍCH 2: Độ dày tối thiểu của lớp phủ bảo vệ đối với các điện cực đất thẳng đứng lớn hơn so với điện cực đất nằm ngang vì chúng phải chịu nhiều hơn với các ứng suất cơ trong khi đặt vào.

Nếu có yêu cầu hệ thống bảo vệ chống sét, áp dụng 5.4 của IEC 62305-3:2006.

Bảng 54.1 – Kích thước nhỏ nhất thường được sử dụng đối với điện cực đất được chôn trong đất hoặc bê tông nhằm tránh ăn mòn và có đủ độ bền cơ

Vật liệu và bề mặt	Hình dạng	Đường kính mm	Tiết diện mm ²	Chiều dài mm	Khối lượng lớp phủ g/m ²	Chiều dài của lớp phủ µm
Thép chôn trong bê tông (để trần, mạ kẽm nóng hoặc không gỉ)	Dây tròn	10				
	Băng hoặc dải thép đặc		75	3		
Thép mạ kẽm nhúng nóng ^c	Dải thép ^b hoặc dải thép định hình – tấm đặc – tấm nhiều lớp		90	3	500	63
	Dây tròn đặt thẳng đứng	16			350	45
	Dây tròn đặt nằm ngang	10			350	45
	Ống	25		2	350	45
	Sợi bện (chôn trong bê tông)		70			
	Thép hình ngang đặt thẳng đứng		(290)	3		
Thép bọc đồng	Dây tròn đặt thẳng đứng	(15)				2 000
Thép có lớp phủ đồng bằng phương pháp mạ điện lắng đọng	Dây tròn đặt thẳng đứng	14				250 [*]
	Dây tròn đặt nằm ngang	(8)				70
	Dải thép đặt nằm ngang		90	3		70
Thép không gỉ ^a	Dải hoặc tấm/dải định hình		90	3		
	Dây tròn đặt thẳng đứng	16				
	Dây tròn đặt nằm ngang	10				
	Ống	25		2		
Đồng	Dải		50	2		
	Dây tròn đặt nằm ngang		(25) ^d 50			
	Dây tròn đặt thẳng đứng	(12) 15				
	Dây bện	1,7 đối với từng dây bện	(25) ^d 50			
	Ống	20		2		
	Tấm đặc			(1,5) 2		
	Tấm nhiều lớp			2		

CHÚ THÍCH: Các giá trị trong ngoặc chỉ áp dụng cho bảo vệ chống điện giật, trong khi các giá trị không nằm trong ngoặc áp dụng cho bảo vệ chống sét và bảo vệ chống điện giật.

^a Crom ≥ 16 %, Niken ≥ 5 %, Molybdenum ≥ 2 %, Cacbon ≤ 0,08 %.

^b Dải thép dạng cuộn hoặc xẻ rãnh lượn tròn ở mép.

^c Lớp phủ nhẵn, liên tục và không có vết.

^d Nếu kinh nghiệm cho thấy nguy cơ ăn mòn và hỏng về cơ là cực thấp thì có thể sử dụng tiết diện 16 mm².

^{*} Giá trị chiều dài này sẽ chịu được hỏng về cơ của lớp phủ đồng trong quá trình lắp đặt. Giá trị này có thể giảm xuống không nhỏ hơn 100 µm trong trường hợp các biện pháp phòng ngừa đặc biệt nhằm tránh hỏng cơ khi của đồng trong quá trình lắp đặt (ví dụ khoan lỗ hoặc các đầu bảo vệ đặc biệt) được thực hiện theo hướng dẫn của nhà chế tạo.

542.2.2 Hiệu quả của điện cực đất bất kỳ phụ thuộc vào kết cấu và điều kiện đất tại chỗ. Phải chọn một hoặc nhiều điện cực đất thích hợp với điều kiện đất và giá trị điện trở đất yêu cầu.

Phụ lục D đưa ra các phương pháp ước lượng điện trở điện cực đất.

542.2.3 Có thể sử dụng các ví dụ về điện cực đất dưới đây:

- điện cực đất móng đặt trong bê tông;

CHÚ THÍCH: Xem Phụ lục C để có thêm thông tin.

- điện cực đất móng đặt trong đất;
- điện cực kim loại đặt trực tiếp trong đất theo chiều thẳng đứng hoặc nằm ngang (ví dụ thanh, dây, dải, ống hoặc dạng tấm);
- vỏ kim loại và các lớp phủ kim loại khác của cáp theo điều kiện hoặc yêu cầu cục bộ;
- phần kim loại chôn ngầm thích hợp khác (ống) theo điều kiện hoặc yêu cầu cục bộ;
- phần cốt thép của bê tông (trừ bê tông đúc sẵn) đặt trong đất.

542.2.4 Khi chọn loại điện cực đất và độ sâu chôn điện cực đất, phải lưu ý đến hư hại về cơ có thể có và các điều kiện cục bộ để giảm thiểu ảnh hưởng của đất khô và đóng băng.

542.2.5 Phải xem xét sự ăn mòn điện phân khi sử dụng các vật liệu khác nhau trong một bố trí nối đất. Đối với các dây dẫn bên ngoài (ví dụ dây nối đất) được nối đến điện cực đất móng chôn trong bê tông, đầu nối được thực hiện bằng thép mạ kẽm nhúng nóng không được chôn trong đất.

542.2.6 Không được sử dụng ống kim loại dẫn chất lỏng hoặc chất khí dễ cháy làm điện cực đất và chiều sâu chôn của chúng cũng không được xét đến khi tính toán kích thước điện cực đất.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này không có nghĩa là liên kết đẳng thế bảo vệ thông qua đầu nối đất chính (541.3.9) của các ống kim loại này không phù hợp với TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41).

Trong trường hợp áp dụng bảo vệ catốt và phần dẫn điện để hồ của thiết bị điện được cấp nguồn bởi hệ thống TT được nối trực tiếp với ống thì ống kim loại chứa chất lỏng hoặc khí dễ cháy có thể đóng vai trò là điện cực đất riêng rẽ cho thiết bị cụ thể này.

542.2.7 Điện cực đất không được ngâm trực tiếp trong nước của suối, sông, ao, hồ và tương tự (xem thêm 542.1.6).

542.2.8 Trong trường hợp điện cực đất gồm các phần được nối với nhau thì việc nối này phải được thực hiện bằng cách hàn tỏa nhiệt, bộ nối áp lực, kẹp hoặc các bộ nối cơ thích hợp khác.

CHÚ THÍCH: Bộ nối được thực hiện bằng các dây thép cuộn lại là không thích hợp cho mục đích bảo vệ.

542.3 Dây nối đất

542.3.1 Dây nối đất phải phù hợp với 543.1.1 hoặc 543.1.2. Tiết diện không được nhỏ hơn 6 mm² đối với đồng hoặc 50 mm² đối với thép. Trong trường hợp dây nối đất để trần được chôn trong đất, các kích thước và đặc tính cũng phải theo Bảng 54.1.

Trong trường hợp không có dòng điện sự cố đáng kể nào chạy trong điện cực đất (ví dụ trong các hệ thống TN hoặc hệ thống IT), dây nối đất có thể có kích thước theo 544.1.

Dây nhôm không được sử dụng làm dây nối đất.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp hệ thống bảo vệ chống sét được nối với điện cực đất, tiết diện của dây nối đất cần tối thiểu là 16 mm² đối với đồng hoặc 50 mm² đối với thép (xem IEC 62305).

542.3.2 Nối dây nối đất với điện cực đất phải chắc chắn và tiếp xúc tốt về điện. Việc nối phải bằng mối hàn hàn nhiệt, bộ nối áp lực, kẹp hoặc bộ nối cơ khí khác. Bộ nối cơ khí phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo. Nếu sử dụng kẹp thì kẹp không được làm hỏng điện cực hoặc dây nối đất.

Cơ cấu nối hoặc phụ kiện nối chỉ dựa vào thiếc hàn không được sử dụng riêng rẽ vì chúng không đủ tin cậy về độ bền cơ.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp lắp các điện cực thẳng đứng, cho phép có phương tiện để kiểm tra đầu nối và thay các thanh đặt thẳng đứng này.

542.4 Đầu nối đất chính

542.4.1 Trong mọi hệ thống lắp đặt, nếu sử dụng liên kết đẳng thế bảo vệ thì phải có đầu nối đất chính và phải được nối với:

- dây liên kết bảo vệ;
- dây nối đất;
- dây bảo vệ;
- dây nối đất chức năng, nếu liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Không nên nối trực tiếp từng dây bảo vệ với đầu nối đất chính khi dây bảo vệ đã được nối đến đầu nối này bằng các dây bảo vệ khác.

CHÚ THÍCH 2: Thông thường, có thể sử dụng đầu nối đất chính của tòa nhà cho mục đích nối đất chức năng. Đối với mục đích công nghệ thông tin thì đầu nối đất chính được coi như điểm đấu nối với mạng điện cực đất.

Trong trường hợp có nhiều hơn một đầu nối đất thì chúng phải được nối liên kết với nhau.

542.4.2 Phải có khả năng tháo từng dây dẫn riêng rẽ đã nối vào đầu nối đất chính. Mỗi nối này phải chắc chắn và chỉ có thể tháo bằng dụng cụ.

CHÚ THÍCH: Phương tiện tháo có thể được kết hợp với đầu nối đất chính để cho phép đo điện trở của điện cực đất.

543 Dây bảo vệ

CHÚ THÍCH: Cần xét đến các yêu cầu cho trong Điều 516 của TCVN 7447-5-51:2010 (IEC 60364-5-51:2005).

543.1 Tiết diện tối thiểu

543.1.1 Tiết diện của từng dây bảo vệ phải thỏa mãn các điều kiện để ngắt nguồn tự động quy định trong 411.3.2 của TCVN 7447-4-41:2010 (IEC 60364-4-41:2005) và phải có khả năng chịu được ứng suất cơ và nhiệt do dòng điện sự cố kỳ vọng gây ra trong thời gian ngắt thiết bị bảo vệ.

Tiết diện của dây bảo vệ phải được tính theo 543.1.2 hoặc được chọn theo Bảng 54.2. Trong cả hai trường hợp, phải tính đến các yêu cầu của 543.1.3.

Các đầu nối dùng cho dây bảo vệ phải có khả năng tiếp nhận dây dẫn có kích thước yêu cầu trong điều này.

Trong hệ thống TT, trong trường hợp các điện cực đất của hệ thống nguồn và của các phần dẫn để hồ độc lập về điện (xem 312.2.2), tiết diện của các dây dẫn bảo vệ không được vượt quá

- 25 mm² đối với đồng;
- 35 mm² đối với nhôm.

Bảng 54.2 – Tiết diện tối thiểu của dây bảo vệ (trong trường hợp không được tính theo 543.1.2)

Tiết diện của dây pha, S mm ² Cu	Tiết diện tối thiểu của dây bảo vệ tương ứng mm ² Cu	
	Nếu dây bảo vệ cùng vật liệu với dây pha	Nếu dây bảo vệ không cùng vật liệu với dây pha
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16 ^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$ ^a	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

trong đó

k_1 là giá trị của k dùng cho dây pha, chọn từ công thức trong Phụ lục A hoặc từ các bảng của TCVN 7447-4-43 (IEC 60364-4-43), theo vật liệu làm dây dẫn và cách điện;

k_2 là giá trị của k dùng cho dây bảo vệ, chọn từ các Bảng A.54.2 đến A.54.6, khi áp dụng được.

^a Đối với dây PEN, chỉ cho phép giảm tiết diện theo các nguyên tắc dùng cho kích thước dây trung tính (xem TCVN 7447-5-52 (IEC 60364-5-52)).

TCVN 7447-5-54:2015

543.1.2 Tiết diện của dây bảo vệ không được nhỏ hơn giá trị xác định:

- theo IEC 60949; hoặc
- bằng công thức dưới đây, chỉ áp dụng cho thời gian ngắt không quá 5 s:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

trong đó

- S** là tiết diện, tính bằng mm²;
- I** là giá trị (hiệu dụng), tính bằng ampe, của dòng điện sự cố kỳ vọng đối với sự cố có trở kháng không đáng kể có thể chạy qua thiết bị bảo vệ (xem IEC 60909-0);
- t** là thời gian tác động của thiết bị bảo vệ để ngắt tự động, tính bằng giây;
- k** là hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dây bảo vệ, cách điện và các bộ phận khác cũng như nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ cuối (để tính *k*, xem Phụ lục A).

Nếu việc áp dụng công thức này tạo ra kích thước phi tiêu chuẩn thì phải sử dụng dây dẫn có tiết diện tiêu chuẩn lớn hơn.

CHÚ THÍCH 1: Cần tính đến tác dụng giới hạn dòng điện của trở kháng mạch điện và giới hạn I_{2t} của thiết bị bảo vệ.

CHÚ THÍCH 2: Để giới hạn nhiệt độ cho hệ thống lắp đặt trong môi trường có chứa chất dễ nổ, xem TCVN 10888-0 (IEC 60079-0).

CHÚ THÍCH 3: Vì vỏ kim loại của cáp được cách điện bằng chất vô cơ theo IEC 60702-1 có khả năng sự cố chạm đất cao hơn của dây pha nên không cần tính tiết diện của vỏ kim loại khi sử dụng như một dây bảo vệ.

543.1.3 Dây bảo vệ không tạo thành một bộ phận của cáp hoặc không nằm trong vỏ bọc chung với dây pha thì tiết diện không được nhỏ hơn

- 2,5 mm² đối với dây dẫn bằng đồng hoặc 16 mm² đối với dây dẫn bằng nhôm nếu có bảo vệ chống hồng vè cơ,
- 4 mm² đối với dây dẫn bằng đồng hoặc 16 mm² đối với dây dẫn bằng nhôm nếu không có bảo vệ chống hồng vè cơ.

CHÚ THÍCH: Không loại trừ việc sử dụng thép làm dây dẫn bảo vệ (xem 543.1.2).

Dây dẫn bảo vệ không tạo thành một phần của cáp được coi là đã được bảo vệ về cơ nếu được lắp đặt trong ống, máng hoặc được bảo vệ theo cách tương tự.

543.1.4 Nếu dây bảo vệ dùng chung cho hai hoặc nhiều mạch điện thì tiết diện của dây phải có kích thước như sau:

- tính theo 543.1.2 đối với dòng điện sự cố kỳ vọng cao nhất và thời gian làm việc có thể có trong các mạch này; hoặc
- chọn theo bảng 54.2 sao cho tương ứng với tiết diện của dây pha lớn nhất của mạch điện.

543.2 Loại dây bảo vệ

543.2.1 Dây bảo vệ có thể gồm một hoặc nhiều loại sau:

- dây dẫn trong cáp nhiều lõi;
- dây dẫn cách điện hoặc để trần nằm trong cùng một vỏ bọc với dây dẫn mang điện;
- dây dẫn trần lắp cố định hoặc dây có cách điện;
- vỏ cáp bằng kim loại, lưới bọc cáp, vỏ thép của cáp, dây thép bện, dây dẫn đồng tâm, ống kim loại phải chịu các điều kiện nêu trong 543.2.2 a) và b).

CHÚ THÍCH: Về cách bố trí, xem 543.8.

543.2.2 Nếu trong thiết bị của hệ thống lắp đặt có vỏ bằng kim loại như cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp (xem IEC 61439-1 và IEC 61439-2) hoặc hệ thống máng kim loại (xem IEC 60439-2), thì vỏ hoặc khung kim loại có thể làm dây bảo vệ nếu đồng thời thỏa mãn ba yêu cầu dưới đây:

- a) tính liên tục về điện phải được đảm bảo bằng kết cấu hoặc đấu nối thích hợp sao cho đảm bảo việc bảo vệ chống hỏng về cơ, hóa hoặc điện hoá;
- b) phù hợp với yêu cầu của 543.1;
- c) cho phép đấu nối các dây bảo vệ khác ở mọi điểm nối dây xác định trước.

543.2.3 Các bộ phận kim loại dưới đây không được phép dùng làm dây bảo vệ hoặc dây liên kết bảo vệ:

- ống cấp nước bằng kim loại;
- ống có chứa chất khí hoặc chất lỏng dễ cháy;

CHÚ THÍCH 1: Đối với bảo vệ catốt, xem 542.2.6.

- các bộ phận kết cấu chịu ứng suất cơ trong sử dụng bình thường;
- ống kim loại uốn được hoặc xoắn được, trừ khi được thiết kế cho mục đích đó;
- bộ phận kim loại uốn được;
- dây đỡ; khay cáp và thang cáp.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ về dây dẫn bảo vệ gồm dây liên kết bảo vệ, dây nối đất bảo vệ và dây nối đất khi được sử dụng để bảo vệ chống điện giật.

TCVN 7447-5-54:2015

543.3 Tính liên tục về điện của dây bảo vệ

543.3.1 Dây bảo vệ phải được bảo vệ thích hợp chống hỏng về cơ, hóa hoặc điện hóa, chịu được lực điện động và lực nhiệt động.

Mọi mối nối (ví dụ mối nối bắt ren, bộ nối dạng kẹp) giữa các dây bảo vệ hoặc giữa dây bảo vệ và thiết bị khác phải cung cấp sự liên tục về điện đủ bền và độ bền cơ thích hợp và cung cấp bảo vệ. Vết để nối các dây dẫn bảo vệ không được dùng cho mục đích khác.

Mối nối không được thực hiện bằng cách hàn thiếc.

CHÚ THÍCH: Tất cả các mối nối điện cần có khả năng chịu nhiệt và độ bền cơ thỏa đáng để chịu được kết hợp dòng điện/thời gian bất kỳ có thể xảy ra trong dây dẫn hoặc trong cáp/vỏ bọc với tiết diện lớn nhất.

543.3.2 Phải tiếp cận được các mối nối trên dây bảo vệ để kiểm tra và thử nghiệm, ngoại trừ

- mối nối có bọc hợp chất gắn,
- mối nối kín,
- mối nối nằm trong ống và máng kim loại,
- mối nối tạo thành bộ phận của thiết bị, phù hợp với tiêu chuẩn thiết bị,
- mối nối tạo thành bằng cách hàn hồ quang,
- mối nối tạo thành bằng cách ép.

543.3.3 Không được đặt thiết bị đóng cắt vào dây bảo vệ nhưng cho phép có các mối nối có thể ngắt bằng dụng cụ để thử nghiệm.

543.3.4 Nếu sử dụng kiểm soát về điện của nối đất thì không được mắc nối tiếp các thiết bị chuyên dụng (ví dụ như cảm biến hoạt động, cuộn dây máy biến dòng) vào dây bảo vệ.

543.3.5 Không được sử dụng các bộ phận dẫn để trần của thiết bị để tạo thành một phần của dây bảo vệ cho thiết bị khác trừ khi 543.2.2 cho phép.

543.4 Dây PEN, PEL hoặc PEM

CHÚ THÍCH: Vì các dây dẫn này làm việc với hai chức năng, làm dây PE và dây N, L hoặc M, nên tất cả các yêu cầu áp dụng được đối với các chức năng liên quan đều cần được xem xét.

543.4.1 Chỉ có thể sử dụng dây PEN, PEL hoặc PEM trong hệ thống lắp đặt điện cố định và, vì lý do cơ khí, dây phải có tiết diện không nhỏ hơn 10 mm² đối với dây đồng hoặc 16 mm² đối với dây nhôm.

CHÚ THÍCH 1: Do EMC, dây PEN không nên lắp đặt ở phía tải so với điểm gốc của hệ thống lắp đặt (xem 444.4.3.2 của TCVN 7447-4-44:2010 (IEC 60364-4-44:2007)).

CHÚ THÍCH 2: IEC 60079-4 không cho phép sử dụng dây PEN, PEL hoặc PEM trong khí quyển nổ.

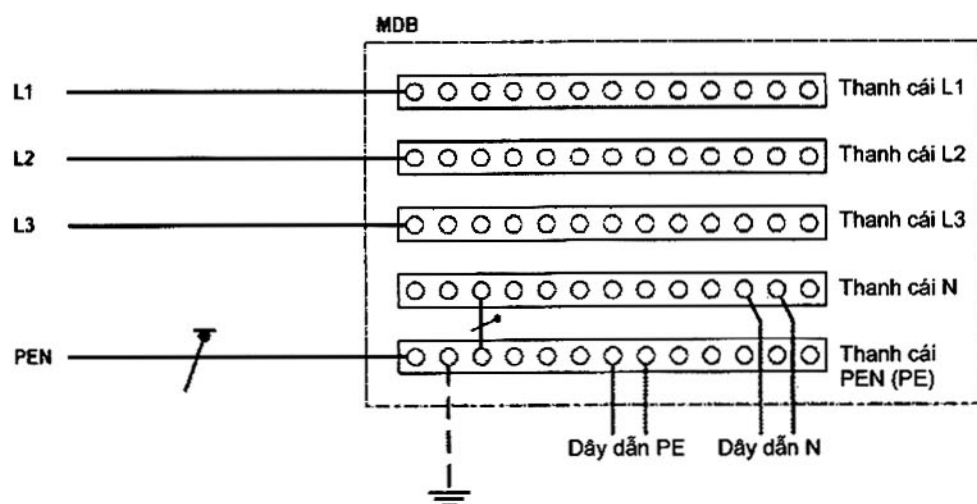
543.4.2 Dây PEN, PEL hoặc PEM phải được cách điện ở điện áp danh định của dây mang điện.

Vỏ bọc kim loại của hệ thống đi dây không được sử dụng làm dây PEN, PEL hoặc PEM, ngoại trừ hệ thống máng kim loại phù hợp với IEC 60439-2 và đối với hệ thống thanh dẫn nguồn phù hợp với IEC 61534-1.

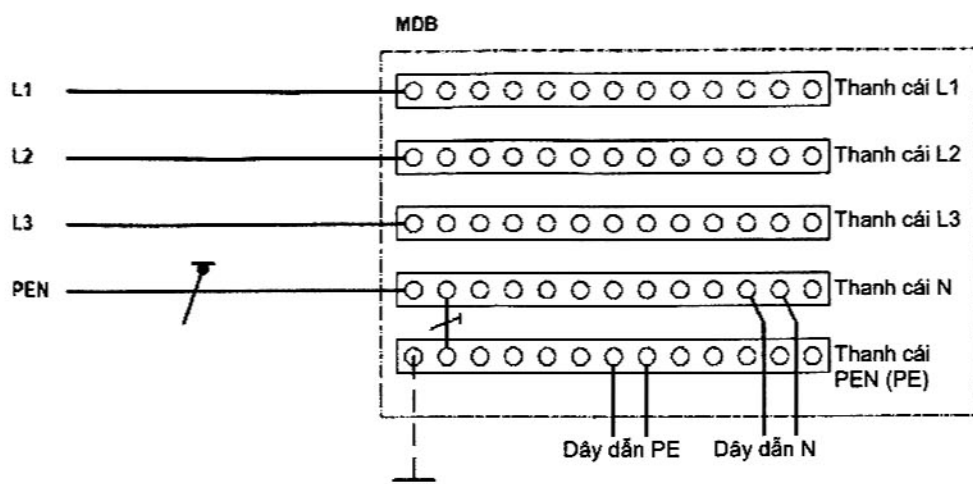
CHÚ THÍCH: Ban kỹ thuật liên quan cần xem xét ảnh hưởng tiềm ẩn của nhiễu điện từ đưa vào thiết bị từ các dây PEN, PEL hoặc PEM.

543.4.3 Nếu, từ điểm bất kỳ của hệ thống lắp đặt, chức năng trung tính và chức năng bảo vệ được cung cấp bằng các dây dẫn riêng thì không được phép nối dây trung tính với bộ phận nối đất bất kỳ khác của hệ thống lắp đặt. Tuy nhiên, cho phép tạo ra nhiều hơn một dây trung tính và nhiều hơn một dây bảo vệ từ dây PEN, PEL hoặc PEM.

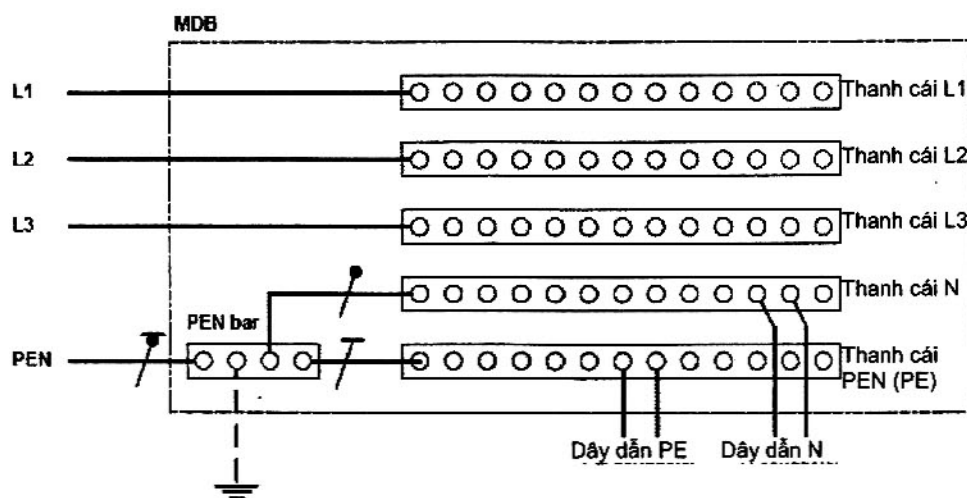
Dây PEN, PEL hoặc PEM phải được nối với đầu nối hoặc thanh dẫn được thiết kế cho các dây dẫn bảo vệ (xem Hình 54.1a), trừ khi có đầu nối hoặc thanh dẫn riêng để đầu nối PEN, PEL hoặc PEM (các ví dụ cho trong Hình 54.1b và Hình 54.1c).



Hình 54.1a – Ví dụ 1



Hình 54.1b – Ví dụ 2



Hình 54.1c – Ví dụ 3

CHÚ DẪN

MDB Bảng phân phối chính

Hình 54.1 – Các ví dụ về đấu nối dây PEN

CHÚ THÍCH: Trong các hệ thống cấp nguồn dòng điện một chiều SELV, ví dụ các hệ thống viễn thông, không được có dây PEL hoặc PEM.

543.4.4 Không được sử dụng các bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt làm dây PEN, PEL hoặc PEM.

543.5 Kết hợp dây nối đất bảo vệ và dây nối đất chức năng

Trong trường hợp sử dụng dây nối đất bảo vệ kết hợp với nối đất chức năng thì phải thỏa mãn các yêu cầu đối với dây bảo vệ. Ngoài ra, dây này cũng phải phù hợp với các yêu cầu về chức năng liên quan (xem TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44), Điều 444).

Dây trở về của điện một chiều loại PEL hoặc PEM dùng cho cấp nguồn công nghệ thông tin cũng có thể dùng làm dây kết hợp nối đất chức năng và bảo vệ.

CHÚ THÍCH: Xem 7.5.3.1 của IEC 61140:2001 để biết thêm chi tiết.

543.6 Dòng điện trong dây nối đất bảo vệ

Dây nối đất bảo vệ không được sử dụng làm dây dẫn điện trong các điều kiện làm việc bình thường (ví dụ nối các bộ lọc cho mục đích EMC), xem thêm IEC 61140. Trong trường hợp dòng điện lớn hơn 10 mA trong các điều kiện làm việc bình thường, phải sử dụng dây bảo vệ tăng cường (xem 543.7).

CHÚ THÍCH: Dòng điện rò điện dung, ví dụ bởi cáp hoặc động cơ, cần được giảm thông qua thiết kế hệ thống lắp đặt và thiết bị.

543.7 Dây bảo vệ tăng cường dùng cho dòng điện chạy trong dây bảo vệ vượt quá 10 mA

Đối với thiết bị sử dụng dòng được thiết kế để nối lâu dài và có dòng điện chạy trong dây bảo vệ vượt quá 10 mA, dây bảo vệ tăng cường phải được thiết kế như sau:

– trong trường hợp thiết bị sử dụng dòng chỉ có một đầu nối đất bảo vệ, dây bảo vệ phải có tiết diện ít nhất là 10 mm² đối với dây dẫn bằng đồng hoặc 16 mm² đối với dây dẫn bằng nhôm, trên toàn bộ chiều dài dây;

CHÚ THÍCH 1: Dây PEN, PEL hoặc PEM theo 543.4 phù hợp với yêu cầu này.

– trong trường hợp thiết bị sử dụng dòng có đầu nối riêng cho dây nối đất bảo vệ thứ hai thì dây nối đất bảo vệ thứ hai ít nhất có cùng tiết diện như yêu cầu đối với bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp được đặt ở điểm mà dây bảo vệ có tiết diện không nhỏ hơn 10 mm² đối với dây dẫn bằng đồng hoặc 16 mm² đối với dây dẫn bằng nhôm.

CHÚ THÍCH 2: Trong hệ thống TN-C, nếu dây trung tính và dây bảo vệ kết hợp trong một dây duy nhất (dây PEN) nối vào các đầu nối của thiết bị thì có thể coi dòng điện của dây bảo vệ bằng dòng điện tải.

CHÚ THÍCH 3: Thiết bị sử dụng dòng thường có dòng điện lớn chạy trong dây bảo vệ nên không thích hợp với các hệ thống lắp đặt có thiết bị bảo vệ bằng dòng dư.

543.8 Bố trí dây bảo vệ

Trong trường hợp sử dụng thiết bị bảo vệ quá dòng để bảo vệ chống điện giật thì dây bảo vệ phải nằm trong cùng hệ thống đi dây với dây dẫn mang điện hoặc được đặt ngay cạnh nhau.

544 Dây liên kết bảo vệ

544.1 Dây liên kết bảo vệ dùng để nối với đầu nối đất chính

Tiết diện của dây liên kết bảo vệ để đấu nối với đầu nối đất chính phải có tiết diện không nhỏ hơn tiết diện của dây nối đất bảo vệ lớn nhất trong hệ thống lắp đặt và không nhỏ hơn

- 6 mm² đối với dây đồng; hoặc
- 16 mm² đối với dây nhôm; hoặc
- 50 mm² đối với dây thép.

Tiết diện của dây liên kết bằng đồng để nối với đầu nối đất chính không cần vượt quá 25 mm² hoặc tiết diện tương đương đối với các vật liệu khác.

544.2 Dây liên kết bảo vệ dùng cho liên kết bổ sung

544.2.1 Dây liên kết bảo vệ nối hai bộ phận dẫn để trần phải có độ dẫn điện không nhỏ hơn độ dẫn điện của dây bảo vệ nhỏ hơn nối đến các bộ phận dẫn để trần đó.

544.2.2 Dây liên kết bảo vệ nối các bộ phận dẫn để trần với các bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt phải có độ dẫn điện không nhỏ hơn một nửa độ dẫn điện của dây bảo vệ có tiết diện tương ứng.

544.2.3 Tiết diện nhỏ nhất của dây liên kết bảo vệ dùng làm liên kết bổ sung và của dây liên kết giữa hai bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt phải tuân thủ 543.1.3.

Phụ lục A

(quy định)

Phương pháp xác định hệ số k trong 543.1.2

(xem thêm IEC 60724 và IEC 60949)

Hệ số k được xác định từ công thức sau:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln \left(1 + \frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)}$$

trong đó

 Q_c là nhiệt dung theo thể tích của vật liệu dây dẫn ($J/^\circ C \text{ mm}^3$) ở $20^\circ C$; β là nghịch đảo của hệ số nhiệt điện trở của dây dẫn ở $0^\circ C$ ($^\circ C$); ρ_{20} là điện trở suất của vật liệu dây dẫn ở $20^\circ C$ ($\Omega \text{ mm}$); θ_i là nhiệt độ ban đầu của dây dẫn ($^\circ C$); θ_f là nhiệt độ cuối của dây dẫn ($^\circ C$).

Bảng A.54.1 – Giá trị của các tham số đối với các vật liệu khác nhau

Vật liệu	β^a $^\circ C$	Q_c^a $J/^\circ C \text{ mm}^3$	ρ_{20}^a $\Omega \text{ mm}$	$\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}}}$ $A\sqrt{s} / \text{mm}^2$
Đồng	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
Nhôm	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
Thép	202	$3,8 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78

^a Các giá trị lấy từ IEC 60949.

Bảng A.54.2 – Giá trị k đối với dây bảo vệ được cách điện không nằm trong cáp và không được bó với các cáp khác

Cách điện của dây dẫn	Nhiệt độ °C ^b		Vật liệu làm dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C Nhựa nhiệt cứng (ví dụ XLPE và EPR)	30	250	176	116	64
60 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	30	200	159	105	58
85 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	30	220	166	110	60
185 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su silicon)	30	350	201	133	73

^a Giá trị thấp hơn áp dụng cho dây cách điện bằng nhựa nhiệt dẻo (PVC) có tiết diện lớn hơn 300 mm².

^b Giới hạn nhiệt độ đối với các loại cách điện khác nhau được nêu trong IEC 60724.

^c Về phương pháp tính k , xem công thức ở đầu phụ lục này.

Bảng A.54.3 – Giá trị k đối với dây bảo vệ để trần tiếp xúc với vỏ bọc cáp nhưng không được bó với các cáp khác

Vỏ bọc cáp	Nhiệt độ °C ^a		Vật liệu làm dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị k ^b		
Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	200	159	105	58
Polyetylen	30	150	138	91	50
CSP ^c	30	220	166	110	60

^a Giới hạn nhiệt độ đối với các loại cách điện khác nhau được nêu trong IEC 60724.

^b Về phương pháp tính k , xem công thức ở đầu phụ lục này.

^c CSP = Chloro-Sulphonat Polyetylen

Bảng A.54.4 – Giá trị k đối với dây bảo vệ là một lõi nằm trong cáp hoặc được bó với các cáp hoặc dây dẫn được cách điện khác

Cách điện của dây dẫn	Nhiệt độ °C ^b		Vật liệu làm dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	70	160/140 ^a	115/103 ^a	76/68 ^a	42/37 ^a
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	90	160/140 ^a	100/86 ^a	66/57 ^a	36/31 ^a
90 °C Nhựa nhiệt cứng (ví dụ XLPE và EPR)	90	250	143	94	52
60 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	60	200	141	93	51
85 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	85	220	134	89	48
185 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su silicon)	180	350	132	87	47

^a Giá trị thấp hơn áp dụng cho dây cách điện bằng nhựa nhiệt dẻo (PVC) có tiết diện lớn hơn 300 mm².

^b Giới hạn nhiệt độ đối với các loại cách điện khác nhau được nêu trong IEC 60724.

^c Về phương pháp tính k , xem công thức ở đầu phụ lục này.

Bảng A.54.5 – Giá trị k đối với dây bảo vệ là một lớp kim loại của cáp ví dụ như dây dẫn bọc sắt, dây có vỏ bằng kim loại, dây dẫn đồng tâm, v.v...

Cách điện của dây dẫn	Nhiệt độ °C ^a		Vật liệu làm dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	60	200	141	93	51
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	80	200	128	85	46
90 °C Nhựa nhiệt cứng (ví dụ XLPE và EPR)	80	200	128	85	46
60 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	55	200	144	95	52
85 °C Nhựa nhiệt cứng (cao su EPR)	75	220	140	93	51
Bọc nhựa nhiệt dẻo vô cơ (PVC) ^b	70	200	135	–	–
Vỏ bọc vô cơ	105	250	135	–	–

^a Giới hạn nhiệt độ đối với các loại cách điện khác nhau được nêu trong IEC 60724.
^b Giá trị này cũng áp dụng cho các dây dẫn dễ trần chạm hoặc tiếp xúc với vật liệu cháy được.
^c Về phương pháp tính k , xem công thức ở đầu phụ lục này.

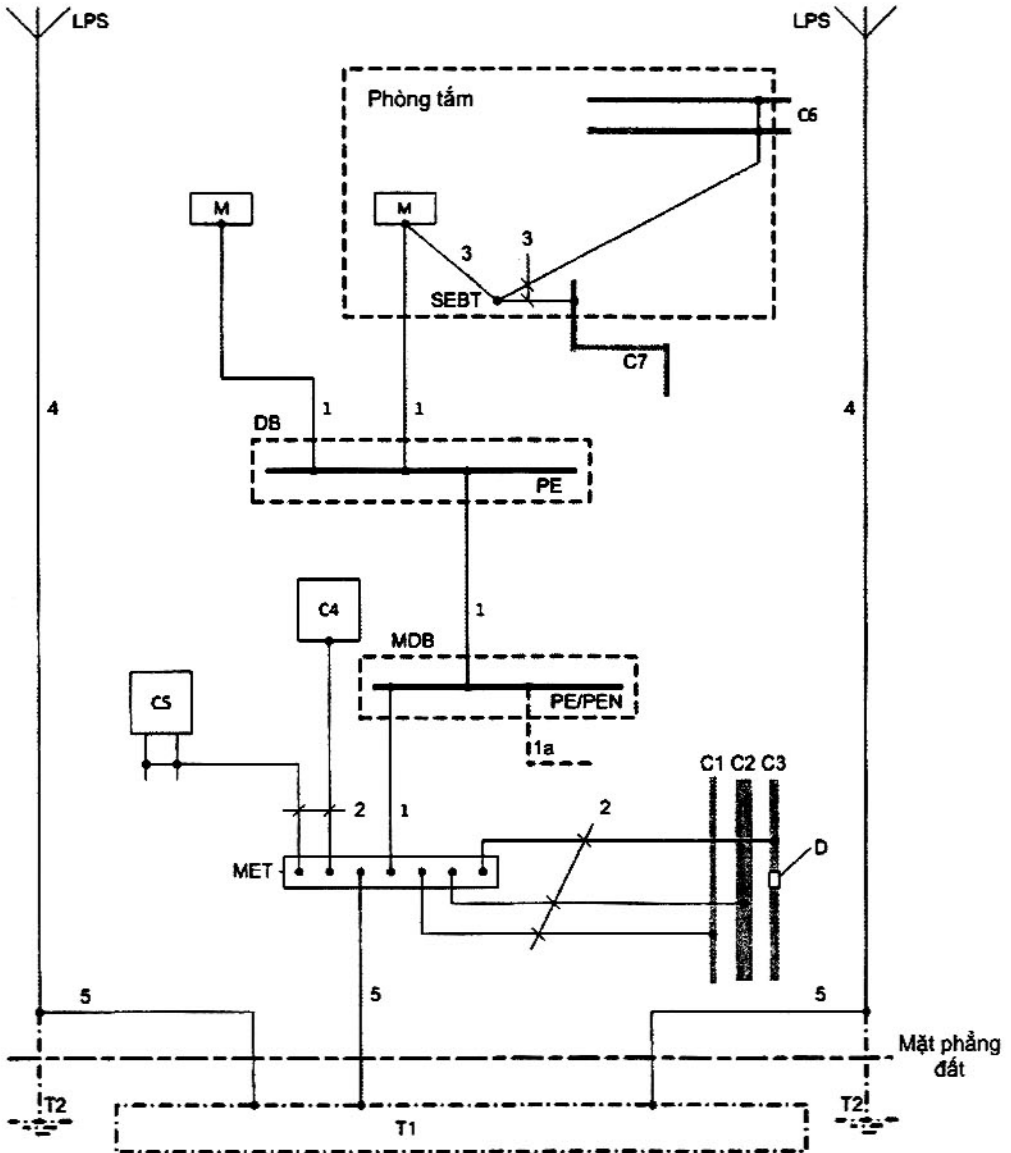
Bảng A.54.6 – Giá trị k đối với dây dẫn trần khi không có rủi ro phương hại đến vật liệu lân cận ở nhiệt độ quy định

Điều kiện	Nhiệt độ ban đầu °C	Vật liệu làm dây dẫn					
		Đồng		Nhôm		Thép	
		Nhiệt độ lớn nhất °C	Giá trị k	Nhiệt độ lớn nhất °C	Giá trị k	Nhiệt độ lớn nhất °C	Giá trị k
Khu vực nhìn thấy được và hạn chế tiếp cận	30	500	228	300	125	500	82
Điều kiện bình thường	30	200	159	200	105	200	58
Rủi ro cháy	30	150	138	150	91	150	50

Phụ lục B

(tham khảo)

Minh họa bố trí nối đất, dây bảo vệ và dây liên kết bảo vệ



CHÚ DẪN:

Ký hiệu	Tên	Ghi chú
C	Bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt	
C1	Ống dẫn nước, bên ngoài bằng kim loại	Hoặc ống nước nóng
C2	Ống dẫn nước thải, bên ngoài bằng kim loại	
C3	Ống dẫn khí đốt có cách điện phía trong, còn phía ngoài bằng kim loại	
C4	Điều hòa không khí	
C5	Hệ thống sưởi	
C6	Ống nước bằng kim loại, ví dụ trong phòng tắm	Xem TCVN 7447-7-701 (IEC 60364-7-701), 701.415.2
C7	Ống nước thải bằng kim loại, ví dụ trong phòng tắm	Xem TCVN 7447-7-701 (IEC 60364-7-701), 701.415.2
D	Cách điện lồng vào	
MDB	Tủ phân phối chính	
DB	Tủ phân phối	Cấp điện từ tủ phân phối chính
MET	Đầu nối đất chính (thanh cái nối đất chính)	Xem 542.4
SEBT	Đầu nối đất liên kết đẳng thế bổ sung	
T1	Điện cực đất móng chôn trong bê tông hoặc điện cực đất móng chôn trong đất	Xem 542.2
T2	Điện cực đất dùng cho LPS, nếu cần	Xem 542.2
LPS	Hệ thống bảo vệ chống sét (nếu có)	
PE	(Các) đầu nối PE trong tủ phân phối	
PE/PEN	(Các) đầu nối PE/PEN trong tủ phân phối	
M	Bộ phận dẫn để trần	
1	Dây nối đất bảo vệ (PE)	Xem Điều 543 Tiết diện xem 543.1 Kiểu ống bảo vệ xem 543.2 Tính liên tục về điện xem 543.3
1a	Dây bảo vệ hoặc dây PEN, nếu có, từ lưới điện	
2	Dây liên kết bảo vệ để nối với đầu nối đất chính	Xem 544.1
3	Dây liên kết bảo vệ dùng cho liên kết bổ sung	Xem 544.2
4	Dây dẫn sét của hệ thống bảo vệ chống sét (LPS) nếu có	
5	Dây nối đất	Xem 544.3

Trong trường hợp có hệ thống bảo vệ chống sét, các yêu cầu bổ sung được cho trong Điều 6 của IEC 62305-3:2006, cụ thể là trong 6.1 và 6.2.

CHÚ THÍCH: Dây nối đất chức năng được thể hiện trên Hình B.54.1.

Hình B.54.1 – Ví dụ về bố trí nối đất cho điện cực đất móng, dây bảo vệ và dây liên kết bảo vệ

Phụ lục C

(tham khảo)

Lắp đặt các điện cực đất móng chôn trong bê tông

C.1 Quy định chung

Bê tông được sử dụng làm móng của tòa nhà có độ dẫn điện nhất định và nhìn chung có diện tích tiếp xúc lớn với đất. Do đó các điện cực đất để trần được chôn hoàn toàn trong bê tông có thể sử dụng cho mục đích nối đất, trừ khi bê tông được cách ly với đất bằng cách sử dụng cách nhiệt đặc biệt hoặc các biện pháp khác. Do ảnh hưởng hóa và lý, thép để trần hoặc thép mạ kẽm nhúng nóng và các kim loại khác chôn trong bê tông đến độ sâu lớn hơn 5 cm được bảo vệ tốt chống ăn mòn, thông thường trong suốt tuổi thọ của tòa nhà. Cần sử dụng thêm các hiệu ứng dẫn điện của cốt thép tòa nhà, bất cứ khi nào có thể.

Việc tạo ra điện cực đất móng chôn trong bê tông trong quá trình xây dựng tòa nhà có thể là giải pháp kinh tế để có được điện cực đất tốt và lâu dài vì

- không đòi hỏi thêm các công việc đào đắp,
- được lắp đặt ở độ sâu thường không bị ảnh hưởng xấu do các điều kiện thời tiết,
- cung cấp tiếp xúc tốt với đất,
- mở rộng trên toàn bộ bề mặt móng của tòa nhà và tạo ra trở kháng điện cực đất tối thiểu mà có thể có được với bề mặt này,
- cung cấp bố trí nối đất tối ưu cho hệ thống bảo vệ chống sét, và
- từ khi bắt đầu xây dựng tòa nhà, có thể được sử dụng làm điện cực đất cho hệ thống lắp đặt điện của công trường.

Bên cạnh hiệu ứng nối đất của nó, điện cực đất móng chôn trong bê tông cung cấp nền tảng tốt cho liên kết bảo vệ chính.

Các yêu cầu và khuyến cáo dưới đây áp dụng cho việc lắp đặt điện cực đất móng chôn trong bê tông.

C.2 Các lưu ý khác liên quan đến việc sử dụng các điện cực đất móng chôn trong bê tông

Nếu móng của tòa nhà được bảo vệ hoàn toàn chống tổn thất năng lượng nhiệt bằng cách cách ly sử dụng các vật liệu không dẫn, hoặc nếu móng được sử dụng các biện pháp cách ly nhất định với nước, ví dụ sử dụng tấm nhựa có chiều dày lớn hơn 0,5 mm, việc nối đất sử dụng bê tông nền móng là không thể thực hiện. Trong các trường hợp này, có thể sử dụng ảnh hưởng tích cực của cốt thép kim loại cho liên kết bảo vệ, và để nối đất nên sử dụng bố trí nối đất khác, ví dụ điện cực đất móng chôn

trong bê tông bổ sung bên dưới móng cách ly, hoặc bố trí nổi đất xung quanh tòa nhà hoặc điện cực đất móng chôn trong đất.

C.3 Kết cấu của điện cực đất móng chôn trong bê tông

C.3.1 Đối với các móng bằng bê tông không có cốt thép, các điện cực đất móng chôn trong bê tông phải được phối hợp với kiểu và kích thước của móng. Ưu tiên một hoặc nhiều vòng khép kín hoặc hình chữ nhật có kích thước đến 20 m và nối với nhau.

C.3.2 Để tránh chôn các điện cực trong bê tông sâu ít hơn 5 cm, cần sử dụng biện pháp thích hợp đối với khoảng cách của dây nối điện cực so với đất. Nếu sử dụng các dải làm điện cực, chúng cần được đặt nghiêng để tránh các lỗ không có bê tông bên dưới dải. Nếu có cốt thép, hệ thống đi dây cần được cố định với cốt thép đó ở các khoảng cách nhau không quá 2 m. Các đầu nối cần được thực hiện theo 542.3.2. Cần tránh sử dụng các mối nối khóa lại với nhau.

C.3.3 Hệ thống đi dây của điện cực đất móng chôn trong bê tông cần có tối thiểu một đầu nối để nối với hệ thống điện của tòa nhà, nhô ra khỏi bê tông bên trong tòa nhà đến điểm nối thích hợp (ví dụ đến đầu nối đất chính) hoặc kết thúc ở kẹp nổi đất đặc biệt chôn trong bê tông của tường tại mặt phẳng của nó. Tại điểm nối, đầu nối phải tiếp cận được để bảo dưỡng và đo.

Để bảo vệ chống sét và đối với các tòa nhà có yêu cầu đặc biệt liên quan đến công nghệ thông tin, có thể cần nhiều hơn một đầu nối của điện cực đất móng, ví dụ đối với dây dẫn sét của hệ thống bảo vệ chống sét.

Đối với các đầu nối cần thiết nằm ngoài móng bê tông nhưng đi trong đất, các vấn đề ăn mòn đối với dây thép cần được tính đến (xem Điều C.4). Đối với các đầu nối như vậy, chúng cần nhô ra khỏi bê tông bên trong tòa nhà hoặc bên ngoài ở độ cao thích hợp so với đất.

C.3.4 Đối với tiết diện nhỏ nhất của điện cực đất kể cả đầu nối, áp dụng các giá trị đề cập trong Bảng 54.1. Các đầu nối phải được nối hoàn toàn và thỏa đáng về điện (xem 542.3.2).

C.3.5 Cốt thép của móng tòa nhà có thể được sử dụng làm điện cực với điều kiện chúng được nối hoàn toàn theo 542.3.2. Đối với các đầu nối hàn, cần có sự cho phép của người có trách nhiệm đối với thiết kế về kết cấu và phân tích cấu trúc của tòa nhà. Các đầu nối được thực hiện bằng dây thép có bọc không chỉ thích hợp để bảo vệ mà còn có thể thích hợp cho mục đích EMC đối với công nghệ thông tin. Cốt thép chịu ứng suất trước không được sử dụng làm điện cực.

Nếu lưới được làm từ các sợi dây có đường kính nhỏ hơn hàn với nhau được sử dụng làm cốt thép thì có thể sử dụng chúng làm điện cực với điều kiện chúng được nối hoàn toàn ở nhiều hơn một điểm khác nhau đến đầu nối hoặc các bộ phận khác của điện cực để cung cấp tối thiểu tiết diện như yêu cầu trong Bảng 54.1. Đường kính tối thiểu của từng dây của lưới phải là 5 mm với ít nhất bốn đầu nối giữa đầu nối và lưới tại một vài điểm của từng lưới.

C.3.6 Dây của các điện cực không được đi qua các khớp nối giữa các bộ phận khác nhau của móng lớn hơn. Tại các điểm này, bộ nối dễ uốn thích hợp cần được lắp đặt bên ngoài bê tông để cung cấp các đầu nối điện thích hợp.

C.3.7 Các điện cực đất móng chôn trong bê tông của từng móng (ví dụ đối với cấu trúc của một phòng lớn) cần được nối với các phần khác của điện cực đất móng chôn trong bê tông bằng cách sử dụng ruột dẫn nối đất thích hợp. Đối với việc chôn các đầu nối này trong đất, xem Điều C.4.

C.4 Các vấn đề ăn mòn có thể có đối với hệ thống lắp đặt nối đất khác bên ngoài các điện cực đất móng chôn trong bê tông

Lưu ý đến thực tế là thép thông thường (để trần hoặc mạ kẽm nhúng nóng) chôn trong bê tông sẽ gây ra điện thế điện hóa bằng điện thế của đồng chôn trong đất. Khi đó, sẽ có nguy hiểm ăn mòn điện hóa đến các bố trí nối đất khác làm bằng thép chôn trong đất gần móng và nối với điện cực đất móng chôn trong bê tông. Ảnh hưởng này cũng có thể xảy ra với các móng cốt thép của các tòa nhà lớn.

Điện cực thép bất kỳ không được lắp trực tiếp từ bê tông của móng vào đất trừ các điện cực làm bằng thép không gỉ hoặc một cách khác được bảo vệ bằng bảo vệ ẩm đúc sẵn thích hợp. Lớp mạ kẽm nhúng nóng hoặc bảo vệ bằng sơn hoặc các vật liệu tương tự khác sau đó là không thích hợp đối với các mục đích này. Bố trí nối đất bổ sung xung quanh và gần các tòa nhà như vậy cần được thực hiện không phải bằng thép mạ kẽm nhúng nóng để cung cấp tuổi thọ đủ cho phần này của bố trí nối đất.

C.5 Hoàn tất các điện cực đất móng chôn trong bê tông

C.5.1 Sau khi chuẩn bị các điện cực và/hoặc cốt thép được nối, nhưng trước khi đổ bê tông, cần thực hiện khảo sát hoặc lập hồ sơ bởi người có kỹ năng. Tài liệu này cần có bản mô tả, sơ đồ và ảnh và cần tạo thành một phần của toàn bộ tài liệu cho hệ thống lắp đặt điện TCVN 7447-6 (IEC 60364-6).

C.5.2 Bê tông được sử dụng cho móng cần được thực hiện từ tối thiểu 240 kg xi măng trên một mét khối bê tông. Bê tông phải có độ sụt thích hợp để điền vào tất cả các lỗ bên dưới điện cực.

Phụ lục D

(tham khảo)

Lắp đặt các điện cực đất móng chôn trong đất

D.1 Quy định chung

Điện trở của điện cực đất phụ thuộc vào các kích thước, hình dạng của điện cực và điện trở suất của đất mà điện cực được chôn vào. Điện trở suất thay đổi giữa các nơi đặt khác nhau và thay đổi theo độ sâu.

Điện trở suất của đất được biểu diễn bằng Ωm : điện trở tính bằng Ω của ống hình trụ của đất với tiết diện ống là 1 m^2 , chiều dài 1 m.

Bề mặt và thực vật có thể cho một số chỉ dẫn không ít thì nhiều các đặc tính có ích của đất để thực hiện điện cực đất. Trong trường hợp sẵn có, các kết quả đo trên điện cực đất đã lắp đặt trong đất tương tự sẽ cung cấp chỉ dẫn tốt hơn.

Điện cực đất phụ thuộc vào độ ẩm và nhiệt độ của đất, cả hai đều thay đổi trong năm. Bản thân độ ẩm bị ảnh hưởng bởi độ mịn và độ xốp của đất. Trên thực tế, điện trở suất của đất tăng khi độ ẩm giảm.

Các lớp đất nơi hơi nước có thể đi qua, là những đất ở gần sông, hiếm khi thích hợp để thực hiện điện cực đất. Trên thực tế, các lớp đất này là đất đá, có khả năng thấm cao và trở nên úng nước dễ dàng khi bản thân nước được lọc bởi lọc tự nhiên và sẽ có điện trở suất cao. Các thanh dẫn sâu cần được đặt sau cho chạm đến các đất sâu hơn mà có thể có độ dẫn tốt hơn.

Sương giá sẽ làm tăng đáng kể điện trở suất của đất, mà có thể đạt đến một vài phần nghìn Ωm trong lớp đất bị băng. Chiều dày của lớp băng này có thể bằng 1 m hoặc đôi khi dày hơn ở một số khu vực.

Độ khô cũng làm tăng điện trở suất của đất. Ở một số khu vực, ảnh hưởng của hạn hán có thể có ở độ sâu đến 2 m. Các giá trị điện trở suất trong các trường hợp này có thể có độ lớn bằng với điện trở suất xuất hiện trong thời kỳ băng giá.

D.2 Điện trở suất của đất

Bảng D.54.1 chỉ ra rằng điện trở suất thay đổi lớn đối với cùng một loại đất

Bảng D.54.2 đưa ra thông tin về các giá trị điện trở suất của đất đối với một số loại đất khác nhau.

Bảng D.54.1 – Điện trở suất đối với các loại đất

Đặc tính của đất	Điện trở suất Ωm
Đất đầm lầy	Từ vài đơn vị đến 30
Phù sa	20 đến 100
Đất mùn	10 đến 150
Bùn ẩm	5 đến 100
Đất sét dẻo	50
Đất sét macrơ và đất sét đầm nén	100 đến 200
Macrơ kỷ jura	30 đến 40
Cát pha sét	50 đến 500
Cát silic	200 đến 3 000
Đất lẫn đá không bị phủ	1 500 đến 3 000
Đất lẫn đá phủ cỏ	300 đến 500
Đá vôi mềm	100 đến 300
Đá vôi đầm nén	1 000 đến 5 000
Đá vôi rạn nứt	500 đến 1 000
Đá phiến	50 đến 300
Đá phiến mica	800
Đá hoa cương và đá cát theo sự phong hóa	1 500 đến 10 000
Đá hoa cương và đá cát phong hóa mạnh	100 đến 600

Để cho phép ước lượng ban đầu điện trở của điện cực đất, có thể thực hiện tính toán, sử dụng các giá trị trung bình chỉ ra trong Bảng D.54.2.

Hiển nhiên thấy rằng các tính toán từ các giá trị này chỉ cho kết quả rất ước lượng của điện trở điện cực. Sau khi sử dụng công thức cho trong Điều D.3, phép đo của điện trở này có thể cho phép ước lượng giá trị điện trở suất trung bình của đất. Hiểu biết này có thể có ích cho các công việc sau này trong các điều kiện tương tự.

Bảng D.54.2 – Điện trở suất của đất thay đổi đối với các loại đất khác nhau

Đặc tính của đất	Giá trị trung bình của Điện trở suất Ωm
Đất bùn canh tác được, bờ kè nén ẩm	50
Đất khó canh tác, đá dăm, bờ kè cứng	500
Đất đá để trần, cát khô, đá không thấm nước	3 000

D.3 Điện cực đất chôn trong đất

D.3.1 Các bộ phận hợp thành

Điện cực đất có thể gồm các thành phần được chôn

- thép, mạ kẽm nhúng nóng,
- thép mạ đồng,
- thép có lớp phủ đồng mạ điện,
- thép không gỉ,
- đồng trần.

Mối nối giữa các kim loại có bản chất khác nhau không được tiếp xúc với đất. Nhìn chung không nên sử dụng các kim loại và hợp kim khác.

Chiều dày và đường kính tối thiểu của các bộ phận dưới đây được coi là có rủi ro hư hại về cơ và hóa. Tuy nhiên, các kích thước này có thể không thích hợp trong một số trường hợp khi có các rủi ro đáng kể về ăn mòn. Các rủi ro này có thể xuất hiện trong đất nơi có dòng điện tạp tán lưu thông, ví dụ dòng điện một chiều trở về của truyền động điện hoặc ở lân cận hệ thống lắp đặt để bảo vệ catốt. Trong trường hợp này, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa đặc biệt.

Các điện cực đất cần được chôn, trong hầu hết các phần ẩm của đất sẵn có. Chúng phải được giữ cách xa các bãi rác nơi có sự chảy qua của, ví dụ, phân hoặc phân lỏng, sản phẩm hóa, than cốc, v.v... có thể ăn mòn chúng và chúng phải được lắp đặt cách xa các khu đông đúc.

D.3.2 Đánh giá điện trở đất

a) Dây dẫn chôn nằm ngang

Điện trở của điện cực đất (R) được thực hiện với dây dẫn chôn nằm ngang (xem 542.2.3 và Bảng 54.1), có thể được ước lượng xấp xỉ từ công thức:

$$R = 2 \frac{\rho}{L}$$

trong đó ρ là điện trở suất của đất (tính bằng Ωm) và L là chiều dài của rãnh chứa dây dẫn (tính bằng m).

Cần lưu ý rằng dây dẫn đặt theo hình sin trong rãnh không làm tăng đáng kể điện trở của điện cực đất.

Trên thực tế, các dây dẫn này nằm theo hai cách khác nhau:

- điện cực đất móng của tòa nhà: các điện cực đất này được làm thành một vòng móng xung quanh toàn bộ chu vi của tòa nhà. Chiều dài cần xét là chu vi tòa nhà;
- rãnh nằm ngang: các dây dẫn được chôn ở độ sâu khoảng 1 m trong các rãnh cho mục đích này.

Các rãnh không được lấp lại bằng đá, xỉ than hoặc vật liệu tương tự, mà lấp bằng đất để giữ ẩm.

b) Tấm được chôn

Để đạt được tiếp xúc tốt giữa hai bề mặt với đất, các tấm cần được đặt đứng theo chiều ngang.

Các tấm cần được chôn theo cách để mép trên cùng của tấm nằm ở độ sâu xấp xỉ 1 m.

Điện trở (R) của điện cực đất dạng tấm chôn ở độ sâu thích hợp xấp xỉ bằng:

$$R = 0,8 \frac{\rho}{L}$$

trong đó ρ là điện trở suất của đất (tính bằng Ωm) và L là chu vi của tấm (tính bằng m).

c) Điện cực chôn theo chiều thẳng đứng

Điện trở (R) của điện cực đất chôn theo chiều dọc (xem 542.2.3 và Bảng 54.1) có thể được lấy xấp xỉ từ công thức:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

trong đó ρ là điện trở suất của đất (tính bằng Ωm) và L là chiều dài của thanh hoặc ống (tính bằng m).

Trong trường hợp có nùi ro băng giá hoặc khô hạn, chiều dài các thanh cần tăng thêm 1 m hoặc 2 m.

Có thể giảm giá trị của điện trở điện cực đất bằng cách nối song song một vài thanh thẳng đứng, cách ly với nhau bằng một độ dài thanh trong trường hợp có hai thanh, và bằng nhiều hơn một đoạn thanh nếu có nhiều hơn hai thanh.

Cần lưu ý đến thực tế là, trong trường hợp chôn các thanh quá sâu, do đất hiếm khi đồng đều nên các thanh này có thể đạt tới các lớp đất có điện trở suất thấp hoặc không đáng kể.

D.4 Cột kim loại làm điện cực đất

Các cột kim loại được nối liên kết với nhau bằng kết cấu kim loại và chôn ở độ sâu nhất định trong đất, có thể được sử dụng làm điện cực đất.

Điện trở (R) của cột kim loại chôn trong đất có thể được tính xấp xỉ bằng công thức:

$$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log_{10} \frac{3L}{d}$$

trong đó

L là chiều dài chôn trong đất của cột, tính bằng m;

d là đường kính của hình trụ bao quanh cột, tính bằng m;

ρ là điện trở suất của đất, tính bằng Ωm .

Tập hợp các cột được nối liên kết với nhau xung quanh tòa nhà có điện trở vào cỡ điện trở yêu cầu của điện cực đất móng.

Việc đưa bê tông vào không ảnh hưởng tới việc sử dụng các cột làm điện cực đất và không làm thay đổi đáng kể điện trở của điện cực đất.

Quốc gia	Điều Số	Lý do cơ bản (chứng minh chi tiết cho chú thích quốc gia được yêu cầu)	Cách diễn tả																							
Bỉ	541.3.3 541.3.4 542	Luật đi dây (Art. 69) không cho phép sử dụng điện cực nối đất theo định nghĩa IEV 826-13-05 hoặc IEV 826-13-08 (được sửa đổi trong 541.3.4 hoặc 541.3.5). Định nghĩa cho trong cột "Cách diễn tả" phù hợp với định nghĩa IEV 826-04-02:2004 hoặc 604-04-03:1987	Tại Bỉ, điện cực nối đất phải phù hợp với định nghĩa sau đây: một phần dẫn hoặc một nhóm các phần dẫn được đấu nối với nhau mà được chôn trong đất và được nối điện với đất.																							
Đức	542.1.1		Tại Đức, mỗi tòa nhà đều phải dựng một lớp đệm điện cực nối đất theo Tiêu chuẩn Quốc gia DIN 18014																							
Airolen	542.2.1		Chú thích này không áp dụng tại Ireland																							
Slovenia	542.2.1 542.3.1		Tại Slovenia, diện tích mặt cắt tối thiểu đối với băng thép đặc như điện cực nối đất hoặc dây nối đất là 100 mm ²																							
Séc	542.2.1		<p>Tại Séc, bên cạnh điện cực thép theo Bảng 54.1, kích thước nhỏ nhất điện cực thép nối đất mà độ bền ăn mòn và độ bền cơ học, khi chôn trong đất, có điện trở suất cao hơn 50 Ωm, được cho trong bảng dưới đây</p> <p>Kích thước tối thiểu của điện cực thép nối đất chôn trong đất với điện trở suất cao hơn 50 Ωm</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Loại điện cực nối đất</th> <th rowspan="2">Hình dáng</th> <th colspan="2">Kích thước tối thiểu</th> </tr> <tr> <th>Thép mạ kẽm</th> <th>Thép trần (không mạ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Điện cực nối đất dây băng hoặc dây tròn</td> <td>Băng</td> <td>Theo bảng 54.1</td> <td>Diện tích mặt cắt 150 mm², chiều dày 4 mm</td> </tr> <tr> <td>Dây thép</td> <td>Ø 8 mm</td> <td>Ø 10 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Cọc kéo dài theo chiều dọc</td> <td>Cọc tròn</td> <td>Ø 8 mm</td> <td>Ø 10 mm</td> </tr> <tr> <td>Ống</td> <td>Ø 15 mm, độ dày tường ống 3 mm</td> <td>Ø 15 mm, độ dày tường ống 4 mm</td> </tr> <tr> <td>Góc thép</td> <td>Diện tích mặt cắt 100 mm², chiều dày tường góc 3 mm</td> <td>Diện tích mặt cắt 150 mm², chiều dày tường góc 4 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Loại điện cực nối đất	Hình dáng	Kích thước tối thiểu		Thép mạ kẽm	Thép trần (không mạ)	Điện cực nối đất dây băng hoặc dây tròn	Băng	Theo bảng 54.1	Diện tích mặt cắt 150 mm ² , chiều dày 4 mm	Dây thép	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Cọc kéo dài theo chiều dọc	Cọc tròn	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Ống	Ø 15 mm, độ dày tường ống 3 mm	Ø 15 mm, độ dày tường ống 4 mm	Góc thép	Diện tích mặt cắt 100 mm ² , chiều dày tường góc 3 mm	Diện tích mặt cắt 150 mm ² , chiều dày tường góc 4 mm
Loại điện cực nối đất	Hình dáng	Kích thước tối thiểu																								
		Thép mạ kẽm	Thép trần (không mạ)																							
Điện cực nối đất dây băng hoặc dây tròn	Băng	Theo bảng 54.1	Diện tích mặt cắt 150 mm ² , chiều dày 4 mm																							
	Dây thép	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
Cọc kéo dài theo chiều dọc	Cọc tròn	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
	Ống	Ø 15 mm, độ dày tường ống 3 mm	Ø 15 mm, độ dày tường ống 4 mm																							
	Góc thép	Diện tích mặt cắt 100 mm ² , chiều dày tường góc 3 mm	Diện tích mặt cắt 150 mm ² , chiều dày tường góc 4 mm																							

Danh mục các lưu ý liên quan đến một số quốc gia

(tham khảo)

Séc	542.2.1		Tại Séc, tấm thép chỉ được dùng như điện cực nối đất trong những trường hợp đã biết
Hoa Kỳ	542.2.1	Yêu cầu tại Hoa Kỳ đối với kích thước tối thiểu của cọc điện cực nối đất khác so với Bảng 54.1	Tại Hoa Kỳ, đường kính nhỏ nhất của điện cực nối đất bằng sắt hoặc thép là 15,87 mm (= 0,625 in), không tính đến lớp mạ hoặc lớp phủ. Nếu được chứng nhận để sử dụng, thép không gỉ hoặc cọc kim loại màu có thể không nhỏ hơn 13 mm (0,519 in)
Hà Lan	542.2.2		Tại Hà Lan, một sự đứt đoạn trong việc thiết bị nối đất phải không dẫn đến một điện áp chạm tại công trình (đầu nối với sự thiết bị nối đất này) mà không phù hợp với Điều 411
Hà Lan	542.2.2		Tại Hà Lan, điện cực nối đất và dây dẫn nối với nó phải được lắp đặt tại độ sâu ít nhất 60 cm. Dây dẫn trong thiết bị nối đất đặt trong một vòng tròn, hoặc có hình dạng tròn, phải được lắp đặt với một khoảng cách giữa chúng ít nhất 1 m
Áo	542.2.3		Tại Áo, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Bỉ	542.2.3		Tại Bỉ, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Thụy Sĩ	542.2.3		Tại Thụy Sĩ, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Đức	542.2.3		Tại Đức, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Phần Lan	542.2.3		Tại Phần Lan, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Airolen	542.2.3		Tại Ireland, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Iceland	542.2.3		Tại Iceland, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Pháp	542.2.3		Tại Pháp, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Thụy Điển	542.2.3		Tại Thụy Điển, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Anh	542.2.3		Tại Anh, một ống kim loại tạo thành một phần của tiện ích cấp nước có thể không được sử dụng như điện cực nối đất
Italy	542.2.3		Tại Italy, cho phép sử dụng một hệ thống ống nước, nhưng chỉ với sự bằng lòng của nhà phân phối nước
Phần Lan	542.2.3		Tại Phần Lan, cho phép sử dụng một hệ thống ống nước như điện cực nối đất, nhưng chỉ với sự bằng lòng của nhà phân phối nước
Hàn Quốc	542.2.3		Tại Hàn Quốc, cho phép sử dụng một hệ thống ống nước, nhưng chỉ với sự bằng lòng của nhà phân phối nước
Hà Lan	542.2.3		Tại Hà Lan, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Slovenia	542.2.3		Tại Slovenia, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Na Uy	542.2.3		Tại Na Uy, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Đan Mạch	542.2.3		Tại Đan Mạch, ống nước không được phép làm điện cực nối đất
Đức	542.2.5		Tại Đức, đối với dây dẫn bên ngoài (ví dụ dây dẫn xuống dưới LPS) mà được nối với nền đất, những đầu nối này làm từ thép được mạ những nóng phải không bị chôn trong đất, trừ những điểm nối phủ plastic hoặc bằng thép không gỉ theo Số: 1.4571 được sử dụng cho việc cách điện lâu bền (theo Vật liệu Tham chiếu Được công nhận của Châu Âu CRM 284-2 EN 10020)

Thụy Sĩ	542.3.1		Tại Thụy Sĩ, mặt cắt nhỏ nhất của dây nối đất không được nhỏ hơn 16 mm ²
Airolen	542.3.1		Tại Ireland, diện tích mặt cắt nhỏ nhất là 10 mm ²
Đan Mạch	542.3.1		Tại Đan Mạch, dây nối đất được chôn trong đất phải tại độ sâu ít nhất 0,35 m
Hà Lan	542.3.1		Tại Hà Lan, một sự đứt đoạn trong dây dẫn bảo vệ được sử dụng cho nhiều hơn một công trình phải không được dẫn đến điện áp chạm mà không tuân theo Điều 411
Na Uy	542.3.1		Tại Na Uy, dây dẫn bảo vệ nằm trong đất phải có ít nhất 25 mm ² Cu hoặc 50 mm ² Fe bảo vệ chống ăn mòn. Các điểm nối và/hoặc các đầu nối phải được bảo vệ chống ăn mòn.
Trung Quốc	542.3.2		Tại Trung Quốc, các điểm nối trong đường dẫn là không được phép
Slovenia	542.3.2		Tại Slovenia, sự đấu nối của dây nối đất với điện cực nối đất phải được thực hiện đầy đủ với đinh vít, không nhỏ hơn M10.
Hà Lan	542.3.2		Tại Hà Lan, dây dẫn nối đất đặt trong đất phải được lắp ở độ sâu ít nhất 60 cm
Đan Mạch	542.3.4		Tại Đan Mạch, điện cực nối đất phải được lắp ở độ sâu ít nhất 2 m
Séc	542.3.5 (sau đoạn thứ nhất)		Tại Séc, điện cực nối đất bằng đồng hoặc được bọc đồng ở những vùng đông dân cư được chấp nhận, đưa đến việc sử dụng ảnh hưởng ăn mòn của đồng trên thép, thép mạ kẽm, ... được kiểm soát và sự bảo vệ ăn mòn thay thế đối với việc loại bỏ phần từ ví mô được áp dụng
Séc	542.3.5 (cuối Điều nhỏ)		Tại Séc, sự tiếp xúc của điện cực nối đất bằng thép và dây nối đất, và sự giao nhau của điện cực nối đất bằng thép và dây nối đất giữa hai môi trường khác nhau, được bảo vệ dù chúng có được bảo vệ theo một phương hướng chung (ví dụ bởi lớp kẽm) hay không. Chỗ giao nhau được bảo vệ bởi sự bảo vệ bị động (ví dụ bởi hợp chất nhựa đường bọc kín, nhựa đúc, băng chống ăn mòn ...) lên đến những khoảng cách sau: <ul style="list-style-type: none"> - dây nối đất khi cắt vào mặt đất ít nhất 30 cm bên dưới bề mặt và 20 cm bên trên bề mặt - dây nối đất từ nền điện cực nối đất; - trên chỗ giao nhau từ bê tông tới đất ít nhất 30 cm trong bê tông và 100 cm trong đất; - trên chỗ giao nhau từ bê tông tới bề mặt ít nhất 10 cm trong bê tông và 20 cm phía trên bề mặt; - phình nở trên khe giãn nở - khe thất phình nở trong điểm nối và ít nhất 20 cm trong bê tông ở cả 2 phía của điểm nối
Tây Ban Nha	542.3.6	Luật đi dây của Tây Ban Nha, bắt buộc bởi R.D. 842/2002 những yêu cầu bắt buộc khác nhau	Tại Tây Ban Nha, vì lý do an toàn, ống kim loại đối với chất lỏng dễ cháy hoặc khí gas không được sử dụng như thiết bị nối đất.
Airolen	542.3.1		Tại Ireland, đối với mạch để chiếu sáng, diện tích mặt cắt tối thiểu là 1,5 mm ²

Phân Lan	542.3.1		Tại Phân Lan, diện tích mặt cắt tối thiểu đối với dây nối đất không được bảo vệ chống ăn mòn là 16 mm ² đồng hoặc 50 mm ² thép
Hoa Kỳ	543.1		Tại Hoa Kỳ, diện tích mặt cắt tối thiểu đối với dây dẫn bảo vệ được định nghĩa trong tài liệu NFPA 70, Quy phạm Điện Quốc gia, Điều 250.
Áo	543.1.1		Tại Áo, thay thế đoạn thứ nhất và đoạn thứ hai bằng: Diện tích mặt cắt của mỗi dây dẫn bảo vệ phải có khả năng chịu được áp lực cơ học và nhiệt gây ra bởi dòng điện sự cố có khả năng xảy ra trong khoảng thời gian kỳ vọng. Khi sự ngắt nguồn tự động theo 411.3.2 được sử dụng, diện tích mặt cắt của dây dẫn bảo vệ phải <ul style="list-style-type: none"> - được tính theo 543.1.2, - hoặc được chọn theo Bảng 54.2. Đối với dây dẫn bảo vệ bảo vệ các phần dẫn để hở của nguồn (ví dụ máy phát hoặc máy biến áp), một diện tích mặt cắt của một nửa giá trị của dây dẫn có thể không đủ. Trong trường hợp đặc biệt này, nó phải được đảm bảo rằng các yêu cầu của đoạn thứ nhất được đáp ứng. Trong cả hai trường hợp, các yêu cầu của 543.1.3 phải được đáp ứng
Áo	543.1.1 Bảng 54.2 Dòng 5	Kinh nghiệm trong thời gian dài	Tại Áo, trong thời gian trước khi những thay đổi xác đáng của các tiêu chuẩn dành cho dây cáp, nó cho phép sử dụng dây cáp được tiêu chuẩn hóa với diện tích mặt cắt là 150/70 mm ² và 400/185 mm ² mà không cần tính toán theo 543.1.2, tuy nhiên diện tích mặt cắt của dây dẫn bảo vệ nhỏ hơn một chút 0,5 lần diện tích mặt cắt của dây dẫn đường như được yêu cầu trong Bảng 54.2.
Đan Mạch	543.1.1		Tại Đan Mạch, đối với mạch bảo vệ bởi RCDs, bình thường được cho phép sử dụng dây dẫn bảo vệ bằng đồng với diện tích mặt cắt ít nhất 2,5 mm ² , không phụ thuộc vào diện tích mặt cắt của dây dẫn đường và không cần tính toán. Chỉ khi RCDs được sử dụng trong hệ thống TN và dây dẫn bảo vệ được đấu nối với dây dẫn PEN hướng lên RCD, với diện tích mặt cắt nhỏ hơn của dây dẫn đường và ngắn hơn 10 m so với cần thiết để tính diện tích mặt cắt của dây dẫn bảo vệ từ công thức
Hà Lan	543.1.4		Tại Hà Lan, khi một thiết bị nối đất được sử dụng cho nhiều hơn một công trình, dây dẫn nối đất phải được lắp đặt theo một cách mà một sự đứt đoạn của dây dẫn không làm suy yếu chức năng bảo vệ của thiết bị
Trung Quốc	543.2.1		Tại Trung Quốc, máng cáp và thang cáp được chấp nhận như dây dẫn bảo vệ theo luật địa phương hoặc quốc gia hoặc tiêu chuẩn.
Tây Ban Nha	543.2.1	Luật đi dây của Tây Ban Nha, bắt buộc bởi R.D. 842/2002 những yêu cầu bắt buộc khác	Tại Tây Ban Nha, sử dụng đường ống như dây dẫn bảo vệ bị cấm

		nhau	
Tây Ban Nha	543.2.1	Luật đi dây của Tây Ban Nha, bắt buộc bởi R.D. 842/2002 những yêu cầu bắt buộc khác nhau	Tại Tây Ban Nha, vì các lý do an toàn, ống kim loại cho các chất lỏng dễ cháy và khí gas không được sử dụng như thiết bị nối đất.
Italy	543.2.1		Tại Italy, máng cáp và thang cáp được phép sử dụng như dây dẫn bảo vệ theo luật lệ địa phương hoặc quốc gia hoặc tiêu chuẩn
Anh.	543.2.1		Tại Anh, máng cáp và thang cáp được phép sử dụng như dây dẫn bảo vệ theo luật lệ địa phương hoặc quốc gia hoặc tiêu chuẩn
Anh.	543.2.1	Tại Anh, đường ống kim loại có thể cũng được sử dụng như dây dẫn bảo vệ	Tại Anh, những bộ phận dẫn điện ngoại lai có thể được sử dụng như dây dẫn bảo vệ
Hoa Kỳ	543.2.1		Tại Hoa Kỳ, máng cáp và thang cáp được phép sử dụng như dây dẫn bảo vệ theo luật lệ địa phương hoặc quốc gia hoặc tiêu chuẩn
Anh	543.2.3		Tại Anh, máng cáp và thang cáp được phép sử dụng như dây dẫn bảo vệ theo luật lệ địa phương hoặc quốc gia hoặc tiêu chuẩn
Thụy Sĩ	543.2.3		Tại Thụy Sĩ, ống nước kim loại có thể được sử dụng như dây dẫn nối đẳng thế
Anh.	543.4	Tại Anh, Luật 8(4) về "An toàn Điện, Chất lượng và Luật Liên tục 2002" nêu rằng một người tiêu thụ không được kết hợp chức năng tự nhiên và chức năng bảo vệ trong một dây dẫn trong công trình của người tiêu thụ	Tại Anh, người tiêu thụ không được kết hợp chức năng tự nhiên và chức năng bảo vệ trong một dây dẫn trong công trình của người tiêu thụ
Đức	544.1		Tại Đức, thay thế đoạn đầu tiên bằng: Dây dẫn nối bảo vệ cho kết nối đến đầu nối đất chính phải có diện tích mặt cắt không nhỏ hơn:
Anh.	544.1		Tại Anh, các yêu cầu riêng tồn tại liên quan đến diện tích mặt cắt chấp nhận nhỏ nhất cho dây dẫn đầu nối bảo vệ khi các điều kiện Bảo vệ Đa Nối đất (PME) được đáp ứng
Séc	543.4.1		Tại Séc, sử dụng dây dẫn PEN như các phần của công trình mà không được đo, được chấp nhận cung cấp: <ul style="list-style-type: none"> - diện tích mặt cắt của tất cả các dây dẫn nhánh đến điện kế, và từ điện kế đến điểm phân tách, là giống nhau và không nhỏ hơn 6 mm² Cu hoặc 10 mm² Al; - sự phân tách của dây dẫn PEN thành dây dẫn bình thường N và dây dẫn

			bảo vệ PE được thực hiện tại điểm thích hợp gần nhất trong hệ thống dây đẳng sau điện kế (ví dụ trong bảng chuyển mạch chậm) và phù hợp với phần còn lại của các yêu cầu trong Điều phụ này
Thụy Điển	543.4.3 b)		Tại Thụy Điển, ví dụ trong thiết bị b) không được chấp nhận
Đức	544.1		Tại Đức, thay thế đoạn đầu tiên bằng: Dây đầu nối bảo vệ cho kết nối đến đầu nối đất chính phải có diện tích mặt cắt không nhỏ hơn:
Thụy Sĩ	544.1.1	Luật của Thụy Sĩ yêu cầu một diện tích mặt cắt ít nhất 10 mm ² đối với các tòa nhà được cung cấp bảo vệ chiếu sáng	Tại Thụy Sĩ, nếu sử dụng trong điểm liên kết với các công trình đối với bảo vệ chiếu sáng, diện tích mặt cắt nhỏ nhất của dây đầu nối bảo vệ chính phải là 10 mm ²
Airolen	544.1 Gạch ngang thứ nhất		Tại Ireland, giá trị nhỏ nhất là 10 mm ² . Ngoài ra, một nhãn bền vững được khắc lên "Kết nối An Toàn Điện – Không tháo ra" phải được gắn vào mỗi đầu nối chính
Airolen	544.1 Đoạn thứ 2		Tại Ireland, giá trị của dây dẫn đầu nối chính cần thiết không vượt quá 70 mm ²
Airolen	544.2.3		Tại Ireland, diện tích mặt cắt nhỏ nhất đối với dây dẫn đầu nối phụ là 2,5 mm ² khi có sự bảo vệ cơ học, và 4 mm ² khi không có sự bảo vệ cơ học. Ngoài ra, một nhãn bền vững được khắc lên "Kết nối An Toàn Điện – Không tháo ra" phải được gắn vào đầu nối với ống

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary - Part 195: Earthing and protection against electric shock* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 195: Nối đất và bảo vệ chống điện giật)
- [2] IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary - Part 826: Electrical installations* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế - Phần 826: Hệ thống lắp đặt điện)
- [3] TCVN 10888-0 (IEC 60079-0), *Thiết bị điện dùng trong khí quyển có chứa khí dễ nổ – Phần 0: Yêu cầu chung*
- [4] IEC 60079-14, *Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection* (Thiết bị điện dùng trong khí quyển có chứa khí dễ nổ – Phần 14: Thiết kế, lựa chọn và lắp đặt hệ thống điện)
- [5] TCVN 7447-4-43 (IEC 60364-4-43), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-43: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống quá dòng*
- [6] TCVN 7447-5-52 (IEC 60364-5-52), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5-52: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện – Hệ thống đi dây*
- [7] TCVN 7447-6 (IEC 60364-6), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 6: Kiểm tra xác nhận*
- [8] TCVN 7447-7-701:2011 (IEC 60364-7-701:2006), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 7-701: Yêu cầu cụ thể đối với hệ thống lắp đặt đặc biệt hoặc khu vực đặc biệt – Khu vực có bồn tắm hoặc vòi hoa sen*
- [9] IEC 60702-1, *Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables* (Cáp cách điện vô cơ và đầu nối của chúng có điện áp danh định không vượt quá 750 V – Phần 1: Cáp)
- [10] IEC 61643-12, *Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles* (Thiết bị bảo vệ đột biến điện hạ áp – Phần 12: Thiết bị bảo vệ đột biến nối với hệ thống phân phối điện hạ áp)
- [11] National Standard DIN 18014:1994, *Fundamenteerde* (“Foundation earth electrode” in English) (Tiêu chuẩn quốc gia của Đức: Điện cực đất móng)
-