

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13102:2020

ISO 10211:2017

Xuất bản lần 1

**CẦU NHIỆT TRONG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG –
DÒNG NHIỆT VÀ NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT –
TÍNH TOÁN CHI TIẾT**

*Thermal bridges of building construction – Heat flows and surface temperatures –
Detailed calculations*

HÀ NỘI - 2020

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	5
Lời giới thiệu.....	6
1 Phạm vi áp dụng.....	9
2 Tài liệu viện dẫn.....	9
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	10
4 Ký hiệu và chỉ số dưới.....	15
4.1 Ký hiệu.....	15
4.2 Chỉ số dưới.....	15
5 Mô tả phương pháp.....	16
5.1 Đầu ra.....	16
5.2 Mô tả tổng quát.....	16
6 Dữ liệu đầu ra và dữ liệu đầu vào.....	17
6.1 Dữ liệu đầu ra.....	17
6.2 Khoảng thời gian tính toán.....	17
6.3 Dữ liệu đầu vào.....	17
7 Mô hình hóa kết cấu xây dựng.....	18
7.1 Hệ thống kích thước.....	18
7.2 Quy tắc mô hình hóa.....	18
7.2.1 Tổng quát.....	18
7.2.2 Mặt cắt phân chia đối với một mô hình hình học 3-D để tính tổng dòng nhiệt và/ hoặc các nhiệt độ bề mặt.....	18
7.2.3 Mặt cắt phân chia đối với mô hình hình học 2-D.....	20
7.2.4 Mặt cắt phân chia tại nền đất.....	21
7.2.5 Dòng nhiệt chu kỳ qua nền đất.....	22
7.2.6 Hiệu chỉnh đối với các kích thước.....	22
7.2.7 Mặt phẳng phụ trợ.....	24
7.2.8 Lớp gắn đồng nhất và các vật liệu.....	24
7.3 Điều kiện để đơn giản hóa mô hình hình học.....	24
7.3.1 Tổng quát.....	24
7.3.2 Điều kiện đối với việc hiệu chỉnh các kích thước để đơn giản hóa mô hình hình học.....	25
7.3.3 Điều kiện sử dụng các lớp vật liệu gắn đồng nhất để đơn giản hóa mô hình hình học.....	26
8 Đặc điểm dữ liệu đầu vào.....	29
8.1 Tổng quát.....	29
8.2 Hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu.....	30
8.3 Nhiệt trở bề mặt.....	30
8.4 Nhiệt độ ranh giới.....	30
8.5 Hệ số dẫn nhiệt của các lớp gắn đồng nhất.....	30
8.6 Hệ số dẫn nhiệt tương đương của các hốc không khí.....	30

TCVN 13102:2020

8.7 Xác định nhiệt độ trong một phòng liền kề không được sưởi ấm.....	31
9 Phương pháp tính toán	31
9.1 Phương pháp giải hệ phương trình	31
9.2 Quy tắc tính.....	31
9.2.1 Dòng nhiệt giữa các ô vật liệu và môi trường liền kề.....	31
9.2.2 Dòng nhiệt tại các mặt cắt phân chia.....	31
9.2.3 Nghiệm của công thức	31
9.2.4 Tính phân bố nhiệt độ.....	31
10 Xác định các hệ số cặp nối nhiệt và lưu lượng dòng nhiệt từ các tính toán 3-D	32
10.1 Mô hình không phân chia có hai nhiệt độ ranh giới	32
10.2 Mô hình phân chia có hai nhiệt độ ranh giới	32
10.3 Có nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới	33
11 Tính toán sử dụng hệ số truyền nhiệt tuyến tính và điểm từ các tính toán 3-D	33
11.1 Tính hệ số cặp nối nhiệt	33
11.2 Tính các hệ số truyền nhiệt tuyến tính và điểm.....	33
12 Xác định hệ số cặp nối nhiệt, lưu lượng dòng nhiệt và hệ số truyền nhiệt tuyến tính từ các tính toán 2-D	34
12.1 Hai nhiệt độ ranh giới	34
12.2 Nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới	34
12.3 Xác định hệ số truyền nhiệt tuyến tính.....	35
12.4 Xác định hệ số truyền nhiệt tuyến tính cho các vị trí tiếp nối của tường/sàn.....	35
12.4.1 Tất cả các trường hợp.....	35
12.4.2 Phương án A.....	35
12.4.3 Phương án B.....	37
12.5 Xác định hệ số truyền nhiệt chu kỳ bên ngoài cho sàn mặt đất	38
13 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong	39
13.1 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong từ các tính toán 3-D	39
13.1.1 Hai nhiệt độ ranh giới	39
13.1.2 Nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới	39
13.2 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong từ các tính toán 2-D	40
14 Báo cáo	40
14.1 Dữ liệu đầu vào	40
14.2 Dữ liệu đầu ra	41
Phụ lục A (Quy định) Bảng dữ liệu đầu vào và lựa chọn phương pháp – Bản mẫu.....	42
Phụ lục B (Tham khảo) Bảng dữ liệu đầu vào và lựa chọn phương pháp – Các lựa chọn mặc định	44
Phụ lục C (Quy định) Xác thực phương pháp tính.....	46
Phụ lục D (Quy định) Ví dụ xác định các hệ số truyền nhiệt tuyến tính và truyền nhiệt điểm	53
Phụ lục E (Quy định) Xác định giá trị của hệ số cặp nối nhiệt và hệ số trọng số nhiệt độ cho nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới.....	56
Thư mục tài liệu tham khảo.....	61

Lời nói đầu

TCVN 13102:2020 hoàn toàn tương đương với ISO 10211:2017 (E).

TCVN 13102:2020 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 13102:2020

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này là một phần trong các tiêu chuẩn nhằm mục đích hài hòa quốc tế về phương pháp luận đánh giá hiệu quả năng lượng của các tòa nhà. Các tiêu chuẩn này được gọi là tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của các tòa nhà.

Tất cả các tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của các tòa nhà (EPB) tuân theo các quy tắc cụ thể để đảm bảo tính nhất quán tổng thể, rõ ràng và minh bạch.

Tất cả các tiêu chuẩn EPB có tính linh hoạt đối với các phương pháp, dữ liệu đầu vào yêu cầu và tham chiếu đến các tiêu chuẩn EPB khác bằng việc đưa ra một bản mẫu quy định trong Phụ lục A và Phụ lục B với các lựa chọn tham khảo mặc định.

Phụ lục A đưa ra một bản mẫu quy định các lựa chọn để sử dụng đúng tiêu chuẩn này. Phụ lục B đưa ra các lựa chọn tham khảo mặc định.

Các đối tượng chính sử dụng tiêu chuẩn này gồm các kiến trúc sư, các kỹ sư và các nhà quản lý.

Các đối tượng tiếp theo sử dụng tiêu chuẩn này là các bên muốn thúc đẩy việc phân loại xếp hạng tòa nhà theo hiệu quả năng lượng trên cơ sở kho dữ liệu về tiêu thụ năng lượng của tòa nhà.

Tiêu chuẩn này đưa ra các chỉ dẫn kỹ thuật đối với một mô hình hình học của một cầu nhiệt cho việc tính toán bằng phương pháp số các hệ số truyền nhiệt tuyến tính, các hệ số truyền nhiệt điểm và các nhiệt độ bề mặt trong.

Bảng 1 cho biết vị trí của tiêu chuẩn này trong bộ các tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của tòa nhà (EPB) được cấu trúc theo từng mô đun quy định trong ISO 52000-1.

Bảng 1 – Vị trí của tiêu chuẩn này (trong trường hợp M2-5), cấu trúc theo từng mô đun của bộ các tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của các tòa nhà

Mô đun phụ	Tổng thể		Tòa nhà		Các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà									
	Mô tả		Mô tả		Mô tả	Sưởi ấm	Làm mát	Thông gió	Làm ẩm	Khử ẩm	Cấp nước	Chiếu sáng	Kiểm soát và tự động hóa tòa nhà	Quang điện, gió
Mô đun phụ 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Tổng quát		Tổng quát		Tổng quát									
2	Thuật ngữ và định nghĩa chung; ký hiệu, đơn vị và chỉ số		Nhu cầu năng lượng tòa nhà		Nhu cầu									
3	Các ứng dụng		(Tự nguyện) Các điều kiện trong nhà không có hệ thống		Tài và công suất tối đa									
4	Cách thể hiện hiệu quả năng lượng		Cách thể hiện hiệu quả năng lượng		Cách thể hiện hiệu quả năng lượng									
5	Loại tòa nhà và ranh giới tòa nhà		Truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt	TCVN 13102 (ISO 10211)	Phát thải và kiểm soát									
6	Mức sử dụng tòa nhà và các điều kiện vận hành		Truyền nhiệt bằng rò rỉ khí và thông gió		Phân bố và kiểm soát									
7	Tập hợp các dịch vụ năng lượng và vật mang năng lượng		Thu nhận nhiệt bên trong		lưu giữ và kiểm soát									

* không áp dụng các mô đun trong ô bôi đậm

Bảng 1 – (kết thúc)

Mã đơn phụ	Tổng thể		Tòa nhà		Các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà									
	Mô tả		Mô tả		Mô tả	Sưởi ấm	Làm mát	Thông gió	Làm ẩm	Khử ẩm	Cấp nước	Chiếu sáng	Kiểm soát và tự động hóa tòa nhà	Quang điện, gió
Mã đơn Phụ 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
8	Các vùng của tòa nhà		Thu nhận nhiệt mặt trời		Phát năng lượng và kiểm soát									
9	Hiệu quả năng lượng tính toán		Động học tòa nhà (nhiệt khối)		Điều độ tải và các điều kiện vận hành									
10	Hiệu quả năng lượng đo lường		Hiệu quả năng lượng đo lường		Hiệu quả năng lượng đo lường									
11	Kiểm tra		Kiểm tra		Kiểm tra									
12	Cách thể hiện tiện nghi trong nhà				BMS									
13	Các điều kiện môi trường bên ngoài													
14	Tính toán kinh tế													

* không áp dụng các mã đơn trong ô bôi đậm

Cầu nhiệt trong công trình xây dựng – Dòng nhiệt và nhiệt độ bề mặt – Tính toán chi tiết

Thermal bridges of building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp chỉ dẫn kỹ thuật cho mô hình hình học ba chiều và hai chiều của một cầu nhiệt phục vụ việc tính toán:

- dòng nhiệt để đánh giá toàn bộ tổn thất nhiệt từ một tòa nhà hoặc một phần tòa nhà, và
- nhiệt độ bề mặt tối thiểu để đánh giá nguy cơ ngưng tụ ẩm bề mặt.

Chỉ dẫn kỹ thuật bao gồm ranh giới hình học và sự phân chia nhỏ của mô hình, điều kiện biên về nhiệt và giá trị nhiệt và quan hệ được sử dụng.

Tiêu chuẩn này dựa trên giả thiết sau:

- tất cả các tính chất vật lý không phụ thuộc vào nhiệt độ;
- không có các nguồn nhiệt bên trong cấu kiện tòa nhà;

Tiêu chuẩn này cũng được sử dụng để suy ra hệ số truyền nhiệt tuyến tính và truyền nhiệt điểm và hệ số nhiệt độ bề mặt.

CHÚ THÍCH: Bảng 1 trong phần Lời giới thiệu cho biết vị trí của tiêu chuẩn này trong bộ các tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của tòa nhà (EPB) được cấu trúc theo từng mô đun quy định trong ISO 52000-1.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố áp dụng thì áp dụng 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 bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9313 (ISO 7345), *Cách nhiệt – Các đại lượng vật lý và định nghĩa*

TCVN 13101 (ISO 6946), *Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (Bộ phận và cấu kiện tòa nhà – Nhiệt trở và hệ số truyền nhiệt – Phương pháp tính toán)*

TCVN 13105 (ISO 13789), *Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method (Đặc trưng nhiệt của tòa nhà – Hệ số truyền dẫn nhiệt và truyền nhiệt thông gió – Phương pháp tính)*

ISO 13370, *Energy performance of building – Heat transfer via the ground – Calculation methods (Hiệu quả năng lượng của tòa nhà – Truyền nhiệt qua nền đất – Phương pháp tính)*

ISO 13788, *Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation – Calculation methods (Đặc*

TCVN 13102:2020

trung nhiệt ẩm của tòa nhà – Các bộ phận và cấu kiện của tòa nhà – Nhiệt độ bề mặt trong để tránh độ ẩm bề mặt tới hạn và khe ngưng tụ)

ISO 52000-1:2017, *Energy performance of buildings – Overarching EPB assesment – Part 1: General framework and procedures (Hiệu quả năng lượng của tòa nhà – Đánh giá hiệu quả năng lượng tổng thể của tòa nhà – Phần 1: Khung tổng quát và các qui trình)*

CHÚ THÍCH 1: Các tài liệu tham chiếu mặc định đối với các tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của tòa nhà (EPB) khác với ISO 52000-1 được nhận diện theo mã số mô đun và được nêu trong Phụ lục A (Bản mẫu quy định trong Bảng A.1) và Phụ lục B (lựa chọn mặc định tham khảo nêu trong Bảng B.1).

VÍ DỤ: Mã số mô đun EPB: M5-5 hoặc M5-5,1 (nếu mô đun M5-5 được chia thành các tiểu mô đun), hoặc M5-5/1 (nếu tham chiếu theo một điều cụ thể của tiêu chuẩn bao gồm cả M5-5).

CHÚ THÍCH 2: Trong tiêu chuẩn này, không có lựa chọn nào liên quan tới các tiêu chuẩn EPB khác. Các mệnh đề và chú thích ở trên được giữ nguyên để duy trì tính đồng nhất giữa tất cả các tiêu chuẩn EPB.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa quy định trong TCVN 9313 (ISO 7345), ISO 52000-1 và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Cầu nhiệt (Thermal bridge)

Phần của vỏ bao che tòa nhà, có nhiệt trở đồng nhất bị thay đổi đáng kể do sự thâm nhập toàn bộ hoặc một phần các loại vật liệu có một hệ số dẫn nhiệt khác, và/ hoặc do sự thay đổi chiều dày của kết cấu, và/ hoặc sự chênh lệch giữa diện tích bên trong và bên ngoài thường xuất hiện tại các vị trí tiếp nối của tường/ sàn/ trần.

3.2

Cầu nhiệt tuyến tính (Linear thermal bridge)

Cầu nhiệt (3.1) với mặt cắt ngang không đổi dọc theo một trục của hệ trục tọa độ vuông góc ba chiều.

3.3

Cầu nhiệt điểm (Point thermal bridge)

Cầu nhiệt cục bộ (3.1) mà ảnh hưởng của nó có thể được biểu diễn bằng một hệ số truyền nhiệt điểm (3.20).

3.4

Mô hình hình học ba chiều (Three-dimensional geometrical model 3-D geometrical model)

Mô hình hình học được suy ra từ các sơ đồ tòa nhà sao cho với mỗi một hệ trục tọa độ vuông góc, mặt cắt ngang vuông góc với trục đó thay đổi bên trong ranh giới của mô hình.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 1.

3.5

Phần tử biên ba chiều (Three-dimensional flanking element 3-D flanking element)

Phần của một mô hình hình học 3-D (3.4) khi xem xét độc lập có thể biểu diễn bằng mô hình 2-D.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 1 và Hình 2.

3.6

Phần tử trung tâm ba chiều (Three-dimensional central element 3-D central element)

Phần của một mô hình hình học 3-D (3.4) nhưng không phải là một phần tử biên 3-D (3.5).

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 1.

CHÚ THÍCH 2: Phần tử trung tâm được biểu diễn bằng một mô hình hình học 3-D (3.4).

3.7

Mô hình hình học hai chiều (Two-dimensional geometrical model 2-D geometrical model)

Mô hình hình học được suy ra từ các sơ đồ tòa nhà sao cho với mỗi một trục tọa độ vuông góc, mặt cắt ngang vuông góc với trục đó không thay đổi bên trong ranh giới của mô hình.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 2.

CHÚ THÍCH 2: Mô hình hình học 2-D sử dụng cho các tính toán hai chiều.

3.8

Phần tử biên hai chiều (Two-dimensional flanking element 2-D flanking element)

Phần của một mô hình hình học 2-D (3.7) khi xem xét độc lập bao gồm mặt phẳng, các lớp vật liệu song song.

CHÚ THÍCH 1: Mặt phẳng, các lớp vật liệu song song có thể đồng nhất hoặc không đồng nhất.

3.9

Phần tử trung tâm hai chiều (Two-dimensional central element 2-D central element)

Phần của một mô hình hình học 2-D (3.7) nhưng không phải là một phần tử biên 2-D (3.8).

3.10

Mặt phẳng kết cấu xây dựng (construction plane)

Mặt phẳng trong mô hình hình học 3-D (3.4) hoặc mô hình hình học 2-D (3.7) phân tách các vật liệu khác nhau và/ hoặc mô hình hình học ra khỏi phần còn lại của kết cấu xây dựng và/ hoặc các phần tử biên khỏi các phần tử trung tâm.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 3.

3.11

Mặt cắt phân chia (Cut-off plane)

Mặt phẳng kết cấu xây dựng (3.10) là một ranh giới của mô hình hình học 3-D (3.4) hoặc 2-D (3.7) bằng cách phân chia mô hình khỏi phần còn lại của kết cấu xây dựng.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 3.

3.12

Mặt phẳng phụ trợ (Auxiliary plane)

Mặt phẳng bổ sung cho mặt phẳng kết cấu xây dựng (3.10) chia mô hình hình học thành một số ô.

3.13

Lớp gần đồng nhất (Quasi-homogeneous layer)

Lớp bao gồm từ hai hoặc nhiều loại vật liệu có hệ số dẫn nhiệt khác nhau, nhưng có thể được coi là đồng nhất với hệ số dẫn nhiệt tương đương.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 4.

3.14 Hệ số nhiệt độ tại bề mặt trong (Temperature factor at internal surface)

Chênh lệch giữa nhiệt độ bề mặt bên trong và bên ngoài chia cho chênh lệch giữa nhiệt độ bên trong và bên ngoài, được tính với một nhiệt trở bề mặt $R_{s,i}$ tại bề mặt trong.

TCVN 13102:2020

3.15

Hệ số trọng số nhiệt độ (Temperature weighting factor)

Hệ số trọng số biểu thị ảnh hưởng tương ứng của nhiệt độ của các môi trường nhiệt khác nhau đến nhiệt độ bề mặt tại điểm đang xem xét.

3.16

Nhiệt độ ranh giới bên ngoài (External boundary temperature)

Nhiệt độ không khí bên ngoài, giả thiết rằng nhiệt độ không khí và nhiệt độ bức xạ lên bề mặt là bằng nhau.

3.17

Nhiệt độ ranh giới bên trong (Internal boundary temperature)

Nhiệt độ vận hành được lấy như giá trị trung bình số học của nhiệt độ bên trong và nhiệt độ bức xạ trung bình của tất cả các bề mặt bao quanh môi trường bên trong.

3.18

Hệ số cặp nối nhiệt (Thermal coupling coefficient)

Lưu lượng dòng nhiệt trên chênh lệch nhiệt độ giữa hai môi trường có liên kết nhiệt với nhau qua kết cấu xây dựng đang xem xét.

3.19

Hệ số truyền nhiệt tuyến tính (Linear thermal transmittance)

Lưu lượng dòng nhiệt ở trạng thái ổn định so với lưu lượng dòng nhiệt tham chiếu được tính toán mà không xét đến cầu nhiệt (3.1) chia cho chiều dài và chênh lệch nhiệt độ giữa các môi trường ở cả hai phía của một cầu nhiệt tuyến tính (3.2).

CHÚ THÍCH 1: Hệ số truyền nhiệt tuyến tính là một đại lượng cho biết ảnh hưởng của một cầu nhiệt tuyến tính đến tổng dòng nhiệt.

3.20

Hệ số truyền nhiệt điểm (Point thermal transmittance)

Lưu lượng dòng nhiệt ở trạng thái ổn định so với lưu lượng dòng nhiệt tham chiếu được tính toán mà không xét đến cầu nhiệt (3.1) chia cho chênh lệch nhiệt độ giữa các môi trường ở cả hai phía của một cầu nhiệt điểm (3.3).

CHÚ THÍCH 1: Hệ số truyền nhiệt điểm là một đại lượng cho biết ảnh hưởng của một cầu nhiệt điểm đến tổng dòng nhiệt.

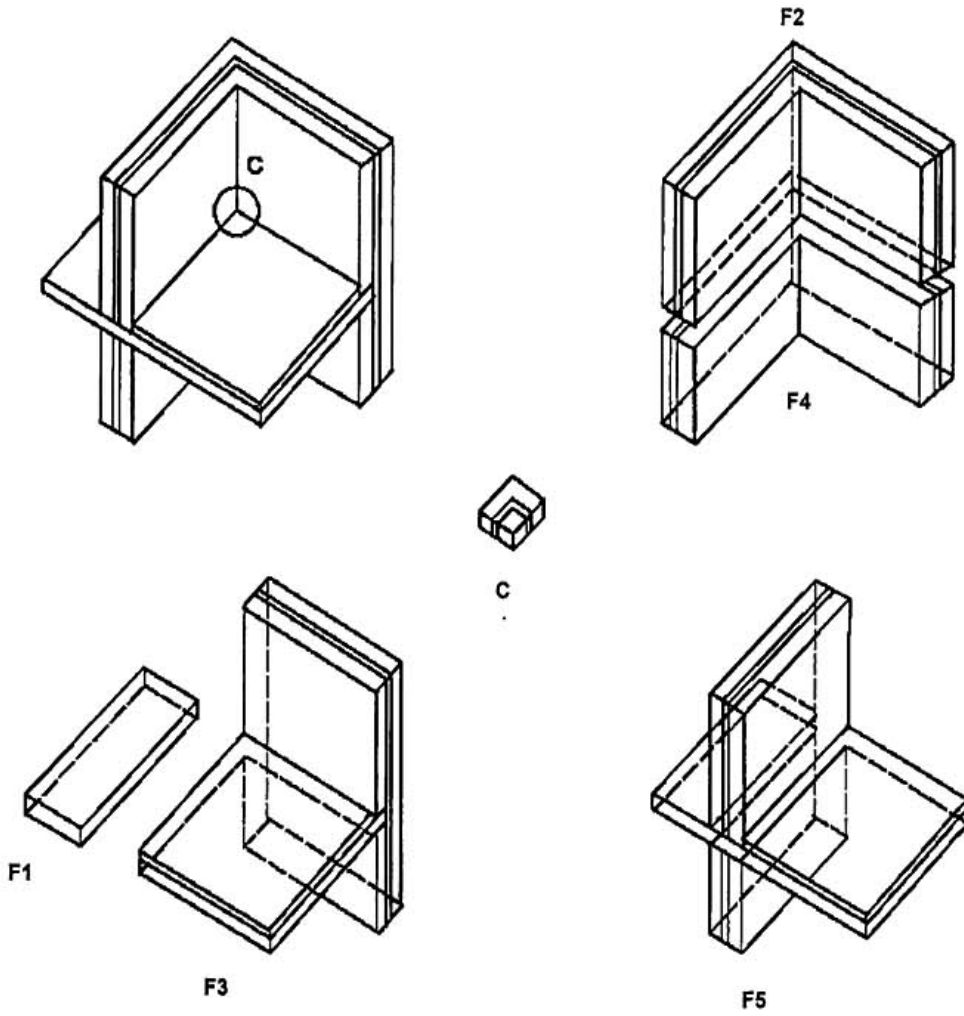
3.21

Tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng của tòa nhà (EPB standard)

Tiêu chuẩn phù hợp với các yêu cầu quy định trong ISO 52000-1, CEN/TS 16628^[5] và CEN/TS 16629^[6]

CHÚ THÍCH 1: Ba tiêu chuẩn cơ bản EPB này đã được nghiên cứu xây dựng theo yêu cầu của Ủy ban châu Âu và Hiệp hội mậu dịch tự do châu Âu đối với Ủy ban châu Âu về tiêu chuẩn hóa (CEN) và hỗ trợ các yêu cầu cần thiết của Chỉ thị châu Âu 2010/31/EU về hiệu quả năng lượng của tòa nhà. Một số tiêu chuẩn EPB và các tài liệu liên quan được nghiên cứu xây dựng hoặc soát xét cũng theo yêu cầu nói trên.

[Nguồn: ISO 52000-1:2017, 3.5.14].



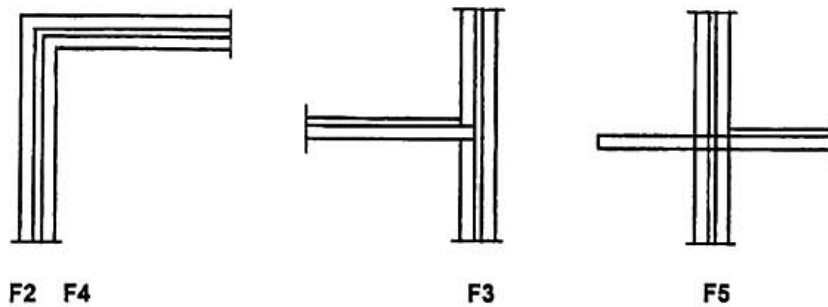
CHÚ DẪN:

F1, F2, F3, F4, F5 Các phần tử biên 3-D

C Phần tử trung tâm 3-D

CHÚ THÍCH: Các phần tử biên 3-D có các mặt cắt ngang không đổi vuông góc với ít nhất một trục; phần tử trung tâm 3-D là phần còn lại.

Hình 1 – Mô hình hình học 3-D có 5 phần tử biên 3-D và một phần tử trung tâm 3-D

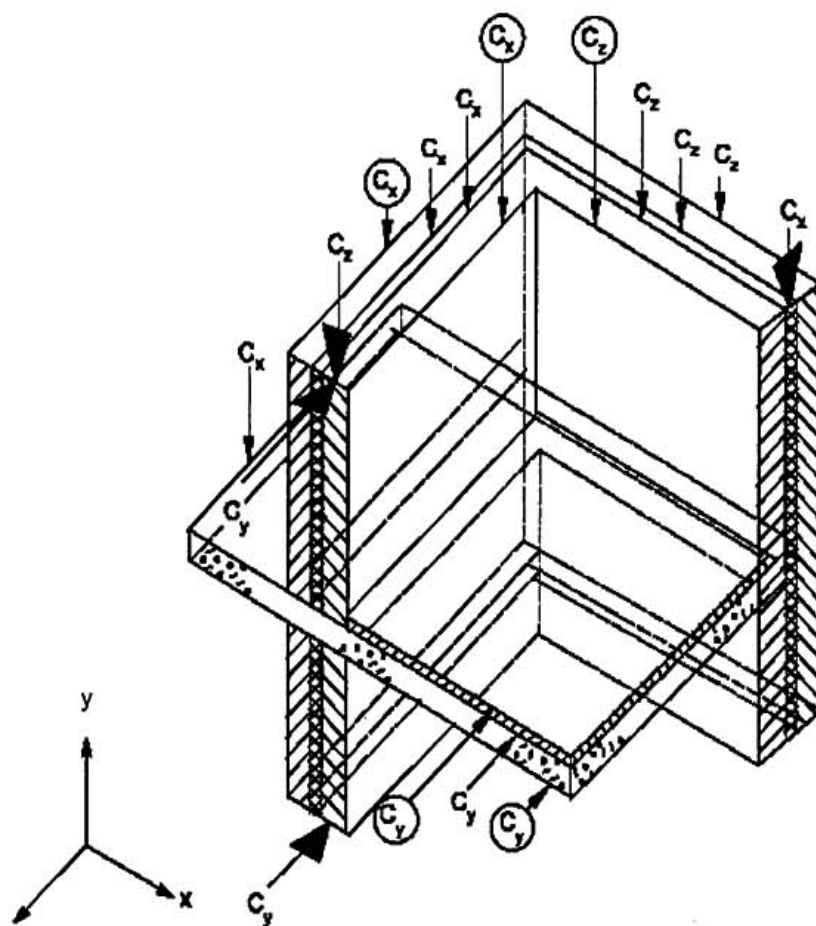


CHÚ DẪN:

F1, F2, F3, F4, F5 Các phần tử biên 3-D

CHÚ THÍCH: F2 đến F5 xem Hình 1.

Hình 2 – Các mặt cắt ngang của các phần tử biên 3-D trong một mô hình hình học 3-D được xử lý như là các mô hình hình học 2-D



CHÚ DẪN: z

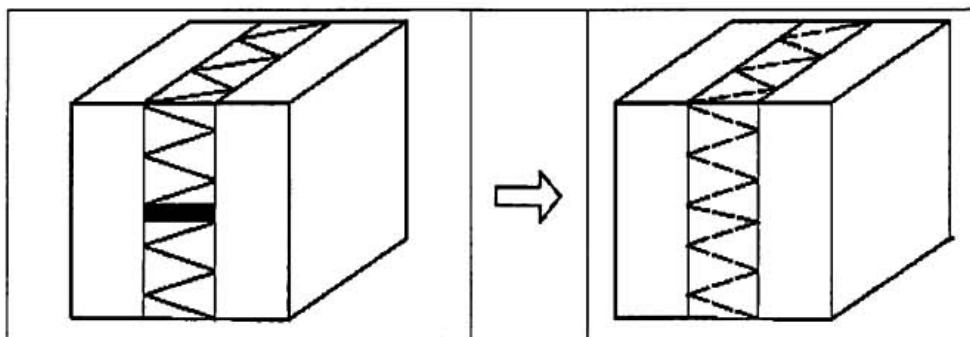
C_x Các mặt phẳng kết cấu xây dựng vuông góc với trục x

C_y Các mặt phẳng kết cấu xây dựng vuông góc với trục y

C_z Các mặt phẳng kết cấu xây dựng vuông góc với trục z

CHÚ THÍCH: Các mặt cắt phân chia được biểu thị bằng các mũi tên lớn; mặt phẳng phân tách các phần từ biên khối phần từ trung tâm được khoanh tròn.

Hình 3 – Ví dụ một mô hình hình học 3-D cho biết các mặt phẳng kết cấu xây dựng



Hình 4 – Ví dụ về một cầu nhiệt điểm nhỏ làm gia tăng dòng nhiệt ba chiều được hợp nhất vào trong một lớp gần đồng nhất

4 Ký hiệu và chỉ số dưới

4.1 Ký hiệu

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các ký hiệu nêu trong ISO 52000-1 và các ký hiệu sau:

Ký hiệu	Đại lượng	Đơn vị
A	Diện tích	m^2
B	Kích thước đặc trưng của sàn	m
b	Chiều rộng	m
d	Chiều dày	m
f	Hệ số nhiệt độ tại bề mặt trong	-
g	Hệ số trọng số nhiệt độ	-
h	Chiều cao	m
L	Hệ số cặp nối nhiệt	$W/(m.K)$
L_{2D}	Hệ số cặp nối nhiệt từ mô hình tính hai chiều	$W/(m.K)$
L_{3D}	Hệ số cặp nối nhiệt từ mô hình tính ba chiều	W/K
l	Chiều dài	m
N	Số	-
q	Cường độ dòng nhiệt	W/m^2
R	Nhiệt trở	$m^2.K/W$
T	Nhiệt độ nhiệt động học	K
t	Thời gian	Tháng
U	Hệ số truyền nhiệt	$W/(m^2.K)$
V	Thể tích	m^3
w	Chiều dày tường	m
z	Chiều sâu của bề mặt sàn dưới cao độ nền	m
ϕ	Lưu lượng dòng nhiệt	W
λ	Hệ số dẫn nhiệt	$W/(m.K)$
θ	Nhiệt độ Celsius	$^{\circ}C$
$\Delta\theta$	Chênh lệch nhiệt độ	K
χ	Hệ số truyền nhiệt điểm	W/K
ψ	Hệ số truyền nhiệt tuyến tính	$W/(m.K)$

4.2 Chỉ số dưới

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các chỉ số dưới nêu trong ISO 52000-1 và các chỉ số dưới sau:

TCVN 13102:2020

Chỉ số dưới	Định nghĩa
<i>b</i>	Tầng hầm, dưới cao độ nền
<i>c</i>	Bộ phận
<i>e</i>	Bên ngoài
<i>f</i>	Sàn
<i>g</i>	Lớp không khí, khe không khí (8.6)
<i>g</i>	Nền đất (12.4)
<i>ie</i>	Từ bên trong ra bên ngoài
<i>iu</i>	Từ bên trong đến không được sưởi ấm
<i>int</i>	Bên trong
<i>min</i>	Tối thiểu
<i>pe</i>	Hệ số truyền nhiệt chu kỳ bên ngoài
<i>se</i>	Bề mặt ngoài
<i>si</i>	Bề mặt trong
<i>t</i>	Bao gồm cầu nhiệt (tổng cộng)
<i>tb</i>	Cầu nhiệt
<i>ue</i>	Từ không được sưởi ấm ra bên ngoài
<i>w</i>	Tường
0	Không có cầu nhiệt

5 Mô tả phương pháp**5.1 Đầu ra**

Kết quả đầu ra của tiêu chuẩn này là hệ số truyền nhiệt tuyến tính, hệ số truyền nhiệt điểm và nhiệt độ bề mặt trong. Công thức tính toán được nêu trong Điều 10 đến Điều 13.

5.2 Mô tả tổng quát

Phân bố nhiệt độ bên trong và dòng nhiệt truyền qua một kết cấu xây dựng có thể tính được nếu biết trước các điều kiện biên và các chi tiết của kết cấu xây dựng. Vì mục đích này, mô hình hình học được chia thành một số các ô vật liệu liền kề, mỗi ô có một hệ số dẫn nhiệt đồng nhất. Điều 7 đưa ra tiêu chí cần phải đáp ứng khi thiết lập mô hình.

Điều 8 giới thiệu hướng dẫn xác định giá trị của hệ số dẫn nhiệt và điều kiện biên.

Phân bố nhiệt độ được xác định hoặc theo một phương pháp tính lặp hoặc bằng một phương pháp giải trực tiếp, sau khi giải thì phân bố nhiệt độ bên trong các ô vật liệu được xác định theo phép nội suy. Quy tắc tính toán và phương pháp xác định phân bố nhiệt độ được nêu trong Điều 9.

CHÚ THÍCH: ISO 10077-2 đưa ra các quy trình tính riêng đối với các khung cửa sổ.

6 Dữ liệu đầu ra và dữ liệu đầu vào

6.1 Dữ liệu đầu ra

Dữ liệu đầu ra được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2 – Dữ liệu đầu ra

Mô tả	Ký hiệu	Đơn vị	Mô đun đích (Bảng 1)	Khoảng có hiệu lực	Thay đổi
Hệ số truyền nhiệt tuyến tính	ψ	W/(m.K)	M 2-5	-	Không
Hệ số cặp nối nhiệt từ mô hình tính hai chiều	L_{2D}	W/(m.K)	M 2-5	> 0	Không
Hệ số cặp nối nhiệt từ mô hình tính ba chiều	L_{3D}	W/K	M 2-5	> 0	Không
Hệ số nhiệt độ tại bề mặt trong	f_{Rsi}	-	M 2-5	> 0	Không
Hệ số truyền nhiệt điểm	χ	W/K	M 2-5	> 0	Không

6.2 Khoảng thời gian tính toán

Trong phần lớn các trường hợp, các tính toán được nêu trong tiêu chuẩn này là ở trạng thái ổn định và không có các khoảng thời gian.

Khi thực hiện các tính toán để thu được các hệ số truyền nhiệt chu kỳ (xem 7.2.5), khoảng thời gian tính toán sẽ là 1 h hoặc nhỏ hơn.

6.3 Dữ liệu đầu vào

Bảng 3 và 4 liệt kê các ký hiệu định danh đối với dữ liệu đầu vào yêu cầu cho tính toán.

Bảng 3 – Ký hiệu định danh về các đặc trưng hình học

Tên	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị	Khoảng	Nguồn gốc	Thay đổi
Diện tích	A	m ²	-	> 0	-	Không
Chiều rộng của bộ phận tòa nhà	b	m	-	> 0	-	Không
Chiều dày của bộ phận tòa nhà	d	m	-	> 0	-	Không
Chiều dài	l	m	-	> 0	-	Không
Thể tích	V	m ³	-	> 0	-	Không
Kích thước đặc trưng của sàn	B	m	-	> 0	ISO 13370	Không

Bảng 4 – Ký hiệu định danh về các đặc trưng nhiệt của bộ phận tòa nhà

Tên	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị	Khoảng	Nguồn gốc	Thay đổi
Hệ số dẫn nhiệt thiết kế	λ	W/(m.K)	–	từ 0 đến 200	TCVN 13103 (ISO 10456)	Không
Nhiệt trở	R	m ² .K/W	–	> 0	TCVN 13101 (ISO 6946)	Không
Nhiệt trở bề mặt ngoài	R_{se}	m ² .K/W	0,04	–	TCVN 13101 (ISO 6946)	Không
Nhiệt trở bề mặt trong	R_{si}	m ² .K/W	–	từ 0,1 đến 0,2	TCVN 13101 (ISO 6946)	Không
Hệ số truyền nhiệt	U	W/(m ² .K)	–	> 0	TCVN 13101 (ISO 6946)	Không
Nhiệt độ	θ	°C	–	từ -50 đến +50	–	Không

7 Mô hình hóa kết cấu xây dựng

7.1 Hệ thống kích thước

Các chiều dài được đo với việc sử dụng các kích thước bên trong, tổng kích thước bên trong hoặc kích thước bên ngoài theo hệ thống kích thước được sử dụng cho tòa nhà (xem TCVN 13105 (ISO 13789)).

7.2 Quy tắc mô hình hóa

7.2.1 Tổng quát

Mô hình hóa toàn bộ tòa nhà bằng một mô hình hình học đơn thường là không khả thi. Trong phần lớn các trường hợp, tòa nhà được phân chia thành một vài phần (bao gồm cả đất dưới lớp bề mặt nền nếu thích hợp) bằng các mặt cắt phân chia. Việc phân chia này sẽ được thực hiện theo cách sao cho không có sự khác nhau giữa các kết quả tính toán của tòa nhà được phân chia thành nhiều phần và toàn bộ tòa nhà được tính như một khối duy nhất. Việc phân chia thành một vài mô hình hình học có thể đạt được bằng cách chọn các mặt cắt phân chia phù hợp.

7.2.2 Mặt cắt phân chia đối với một mô hình hình học 3-D để tính tổng dòng nhiệt và/ hoặc các nhiệt độ bề mặt

Mô hình hình học bao gồm các phần tử trung tâm, phần tử biên và nếu thích hợp có thể cho cả đất dưới lớp bề mặt nền.

Mô hình hình học được phân định ranh giới bởi các mặt cắt phân chia.

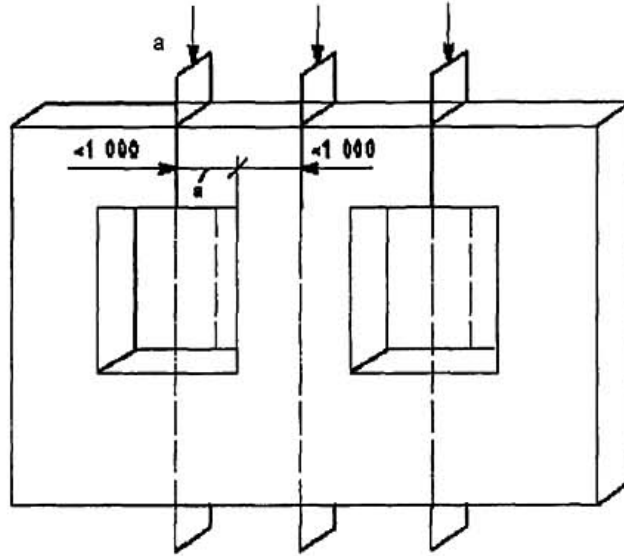
Các mặt cắt sẽ được đặt tại vị trí như sau:

- tại một mặt phẳng đối xứng nếu khoảng cách giữa mặt phẳng này nhỏ hơn d_{min} tính từ phần tử trung tâm (xem Hình 5);
- ít nhất bằng d_{min} tính từ phần tử trung tâm nếu không có mặt phẳng đối xứng ở gần hơn (xem Hình 6);
- Trong nền đất, phù hợp với 7.2.4

trong đó d_{min} lớn hơn 1 m và gấp 3 lần chiều dày của phần tử biên có liên quan.

Một mô hình hình học có thể có nhiều hơn một cầu nhiệt. Trong các trường hợp như thế, các mặt cắt phân chia cần phải được đặt tại các vị trí mà khoảng cách ít nhất bằng d_{min} tính từ mỗi cầu nhiệt hoặc cần đặt tại một mặt phẳng đối xứng (xem Hình 6).

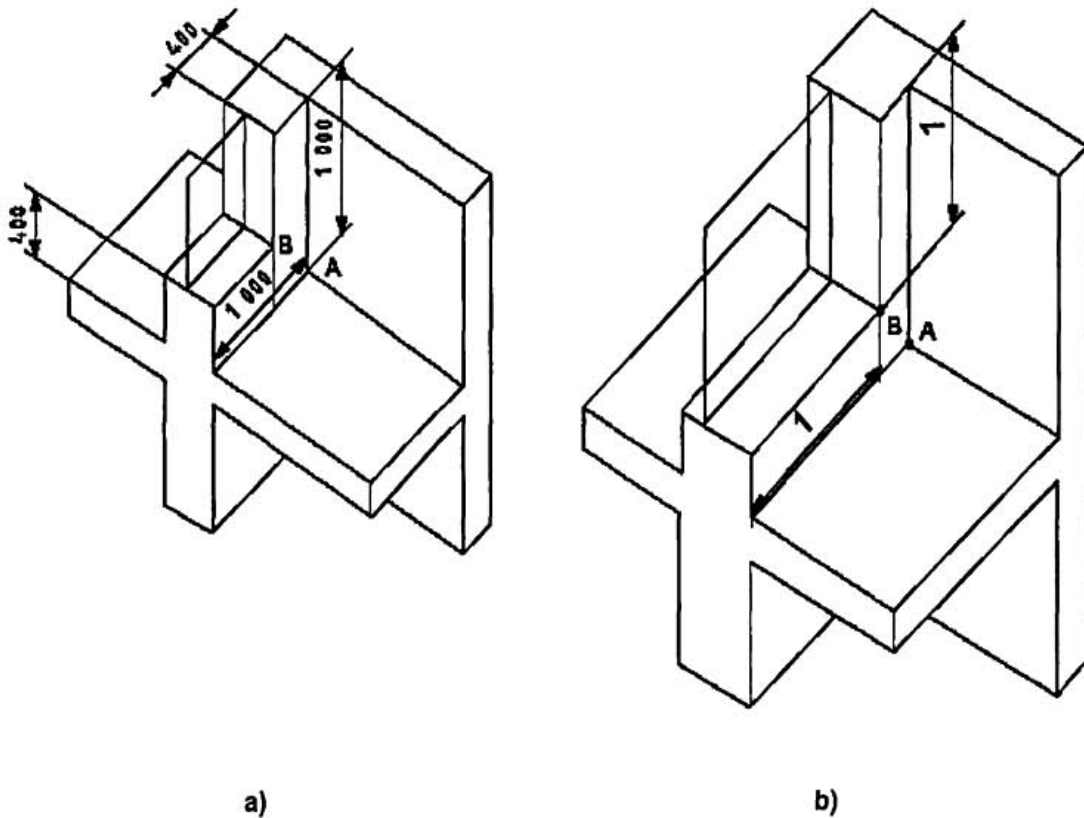
Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

- ° Mũi tên biểu thị các mặt phẳng đối xứng

Hình 5 – Mặt phẳng đối xứng có thể sử dụng làm các mặt cắt phân chia

**CHÚ DẪN:**

1 1000 mm hoặc tại một mặt phẳng đối xứng

A Cầu nhiệt tại góc cửa phòng bên trong

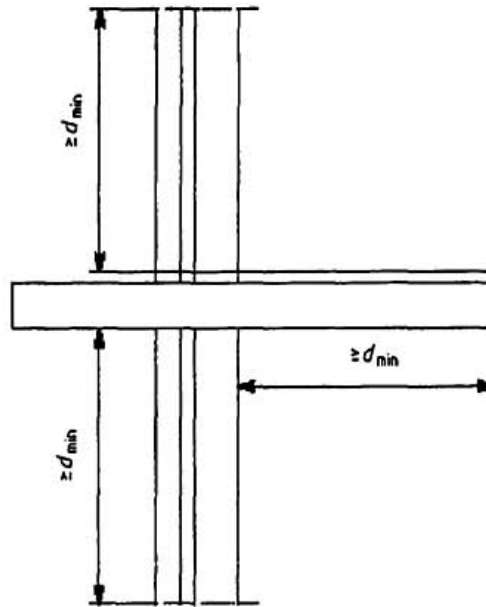
B Cầu nhiệt xung quanh cửa sổ trên tường bên ngoài

CHÚ THÍCH: Cầu nhiệt B không đáp ứng điều kiện ít nhất với $d_{min}(= 1\text{ m})$ tính từ một mặt cắt phân chia (Hình 6a). Nó được hiệu chỉnh bằng cách kéo dài mô hình về hai hướng (Hình 6b)

Hình 6 – Mô hình hình học 3-D có hai cầu nhiệt

7.2.3 Mặt cắt phân chia đối với mô hình hình học 2-D

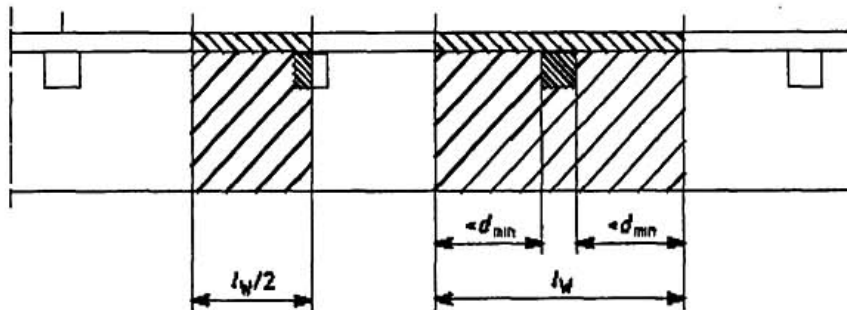
Quy tắc tương tự nêu trong 7.2.2 cũng được áp dụng cho một mô hình hình học 2-D. Các ví dụ được thể hiện trên Hình 7 và Hình 8. Trên Hình 8, bản vẽ bên trái có thể được sử dụng nếu là cầu nhiệt đối xứng.



CHÚ DẪN:

d_{min} Chiều dày tối thiểu

Hình 7 – Vị trí của các mặt cắt phân chia ít nhất bằng d_{min} tính từ phần tử trung tâm trong một mô hình hình học 2-D



CHÚ DẪN:

d_{min} Chiều dày tối thiểu

l_w Khoảng cách cố định

Hình 8 – Ví dụ về một kết cấu xây dựng có các cầu nhiệt tuyến tính ở các khoảng cách cố định, l_w , cho biết các mặt phẳng đối xứng có thể sử dụng làm các mặt cắt phân chia

7.2.4 Mặt cắt phân chia tại nền đất

Khi việc tính toán có xét đến cả sự truyền nhiệt qua nền đất (móng, tầng mặt đất, tầng hầm), các mặt cắt phân chia tại nền đất sẽ được đặt tại các vị trí theo Bảng 5. Nó bao gồm cả nền đất nằm dưới các tường bên trong tiếp xúc với nền đất.

Bảng 5 – Vị trí của mặt cắt phân chia tại nền đất

Hướng	Khoảng cách đến phần tử trung tâm	
	Mục đích tính toán	
	Chỉ có các nhiệt độ bề mặt	Dòng nhiệt và các nhiệt độ bề mặt ^a
Khoảng cách nằm ngang đến mặt phẳng thẳng đứng, bên trong tòa nhà	Ít nhất gấp 3 lần chiều dày tường	0,5 x kích thước sàn ^b
Khoảng cách nằm ngang đến mặt phẳng thẳng đứng, bên ngoài tòa nhà	Ít nhất gấp 3 lần chiều dày tường	2,5 x chiều rộng sàn ^{c, d}
Khoảng cách thẳng đứng đến mặt phẳng nằm ngang dưới cao độ nền	Ít nhất 3 m	2,5 x chiều rộng sàn ^c
Khoảng cách thẳng đứng đến mặt phẳng nằm ngang bên dưới cao độ mặt sàn (chỉ áp dụng nếu cao độ sàn đang xem xét lớn hơn 2 mét bên dưới cao độ nền)	Ít nhất 1 m	2,5 x chiều rộng sàn ^c
^a xem Hình 9 và Hình 10. ^b Trong một mô hình hình học 3-D, kích thước sàn (chiều dài và chiều rộng) bên trong tòa nhà được xem xét riêng biệt theo từng hướng (xem Hình 9). ^c Trong một mô hình hình học 3-D, khoảng cách ở bên ngoài tòa nhà và dưới mặt đất dựa trên kích thước nhỏ hơn (chiều rộng) của sàn (xem Hình 9). ^d Nếu biết trước các mặt phẳng đối xứng theo phương đứng, ví dụ: Như là kết quả của tòa nhà liền kề thì có thể sử dụng chúng làm các mặt cắt phân chia		

Đối với các phép tính toán hai chiều, có một mặt phẳng đối xứng theo phương thẳng đứng nằm ở giữa của sàn (như vậy một nửa tòa nhà được mô hình hóa). Đối với các phép tính toán ba chiều cho một tòa nhà hình chữ nhật, các ranh giới đoạn nhiệt theo phương thẳng đứng được lấy tại nền đất ở giữa đi ngang qua sàn theo mỗi hướng (như vậy là một phần tư tòa nhà được mô hình hóa). Đối với tòa nhà không phải hình chữ nhật thì cần thiết mô hình hóa toàn bộ tòa nhà (cùng với nền đất ở tất cả các phía) hoặc chuyển đổi vấn đề về một mô hình hai chiều sử dụng một tòa nhà có chiều dài vô định và có chiều rộng bằng với các kích thước đặc trưng của sàn, B (xem ISO 13370).

VÍ DỤ: Đối với sàn được minh họa trên Hình 9, $B = b \cdot c / (b + c)$

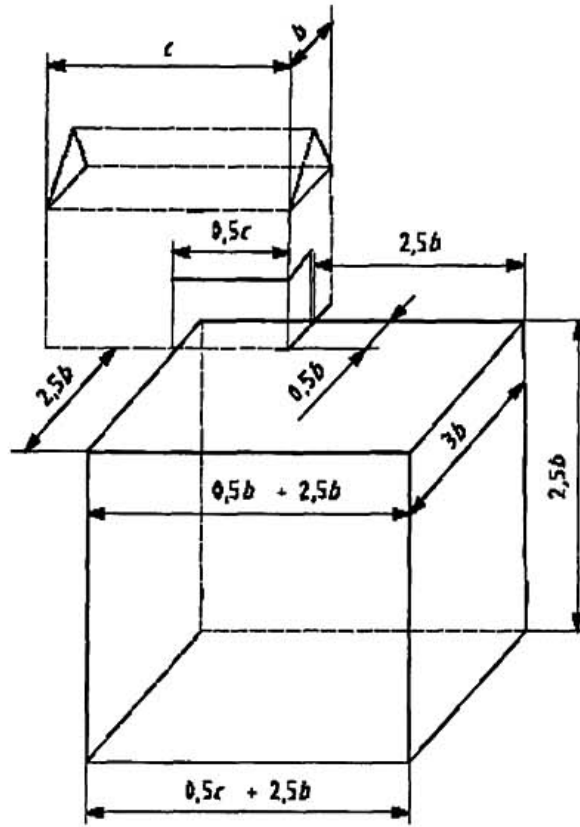
Tất cả các mặt cắt phân chia phải là các ranh giới đoạn nhiệt.

7.2.5 Dòng nhiệt chu kỳ qua nền đất

Tiêu chí tương tự với tiêu chí nêu trong 7.2.4 được áp dụng cho các tính toán số phụ thuộc thời gian để xác định các hệ số truyền nhiệt chu kỳ (được xác định trong ISO 13370), ngoại trừ rằng các mặt cắt phân chia đoạn nhiệt có thể được đặt tại vị trí bằng hai lần chiều sâu thâm nhập theo chu kỳ được đo từ mép sàn theo bất kỳ hướng nào (nếu các kích thước này nhỏ hơn các kích thước quy định trong 7.2.4). Xem 12.4.3.2 để có thêm chi tiết.

7.2.6 Hiệu chỉnh đối với các kích thước

Nếu đáp ứng đủ các điều kiện nêu trong 7.3.2 thì cho phép các hiệu chỉnh đối với các kích thước của mô hình hình học đối với dạng hình học thực tế.

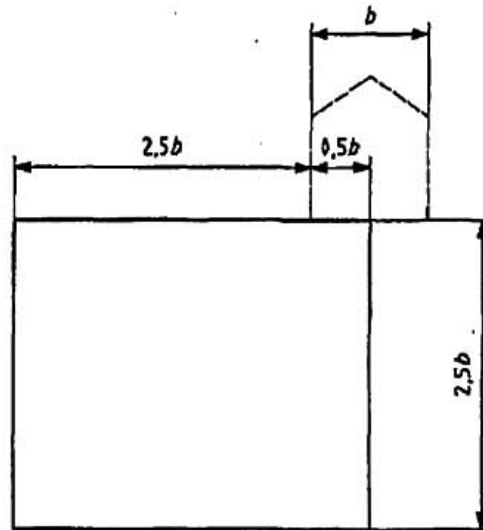


CHÚ DẪN:

b, c Các kích thước của sàn

CHÚ THÍCH: Các kích thước sàn là b, c với $c > b$

Hình 9 – Mặt cắt phân chia cho mô hình hình học 3-D bao gồm cả nền đất



CHÚ DẪN:

b Chiều rộng cửa sàn

Hình 10 – Mặt cắt phân chia cho mô hình hình học 2-D bao gồm cả nền đất

7.2.7 Mặt phẳng phụ trợ

Số lượng các mặt phẳng phụ trợ trong mô hình phải thỏa mãn ít nhất một trong các tiêu chí sau đây:

- nhân đôi số lượng các phần tử chia nhỏ không làm thay đổi kết quả tính dòng nhiệt truyền qua lớn hơn 1 %;
- nhân đôi số lượng các phần tử chia nhỏ không làm thay đổi hệ số nhiệt độ bề mặt tại bề mặt trong, $f_{R_{st}}$ lớn hơn 0,005.

CHÚ THÍCH 1: Các yêu cầu đối với việc xác thực phương pháp tính được nêu trong C.2.

CHÚ THÍCH 2: Thông thường có thể đạt được sự phân chia nhỏ thỏa đáng của mô hình hình học bằng việc bố trí các phần tử phân chia có kích thước là nhỏ nhất bên trong một phần tử trung tâm bất kỳ và tăng dần các kích thước này lên cho các phần tử chia nhỏ có kích thước lớn hơn ở vị trí gần các mặt cắt phân chia.

7.2.8 Lớp gắn đồng nhất và các vật liệu

Trong một mô hình hình học, các vật liệu có các hệ số dẫn nhiệt khác nhau có thể thay thế bằng một vật liệu có một hệ số dẫn nhiệt đơn nếu thỏa mãn các điều kiện nêu trong 7.3.3.

VÍ DỤ: Các mối nối trong khối xây, liên kết tường trong kết cấu cách nhiệt có hốc rỗng, vít bắt vào gỗ lati, mái ngói và hốc không khí và ván lợp.

7.3 Điều kiện để đơn giản hóa mô hình hình học

7.3.1 Tổng quát

Kết quả tính thu được từ một mô hình hình học chưa được đơn giản hóa sẽ được ưu tiên hơn so với các kết quả thu được từ một mô hình đã được đơn giản hóa.

CHÚ THÍCH: Điều này là quan trọng khi các kết quả tính toán gần với giá trị yêu cầu bất kỳ.

Các điều chỉnh được nêu trong 7.3.2 có thể được áp dụng.

Bảng A.2 đưa ra một bản mẫu về các giới hạn thêm nữa đối với sự đơn giản hóa mô hình hình học với một lựa chọn mặc định tham chiếu nêu trong Bảng B.2.

7.3.2 Điều kiện đối với việc hiệu chỉnh các kích thước để đơn giản hóa mô hình hình học

Việc hiệu chỉnh các kích thước được nêu dưới đây chỉ có thể thực hiện đối với các loại vật liệu có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn 3 W/(m.K) .

- a) Thay đổi tại vị trí của bề mặt một khối vật liệu liền kề với bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài của mô hình hình học (xem Hình 11): Đối với vị trí của các bề mặt không phẳng, việc hiệu chỉnh cục bộ vuông góc với vị trí giữa của bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài, d_c , sẽ không được vượt quá giá trị tính theo công thức (1):

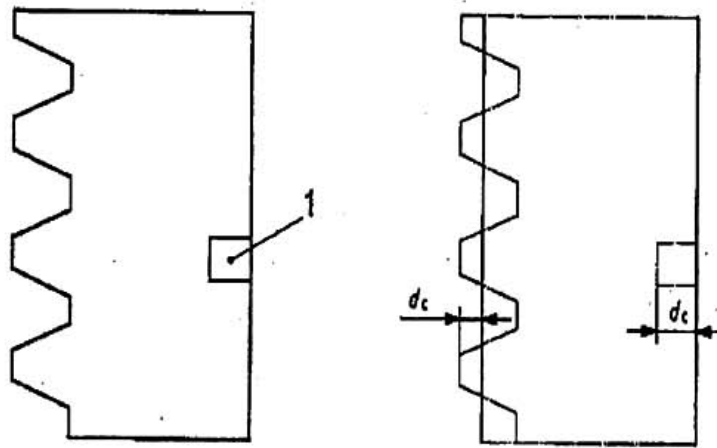
$$d_c = R_c \cdot \lambda \quad (1)$$

trong đó:

R_c bằng $0,03 \text{ m}^2.\text{K/W}$;

λ là hệ số dẫn nhiệt của vật liệu đang xem xét.

VÍ DỤ: Bề mặt nghiêng, mép bo tròn và bề mặt lồi lõm như mái ngói.



CHÚ DẪN:

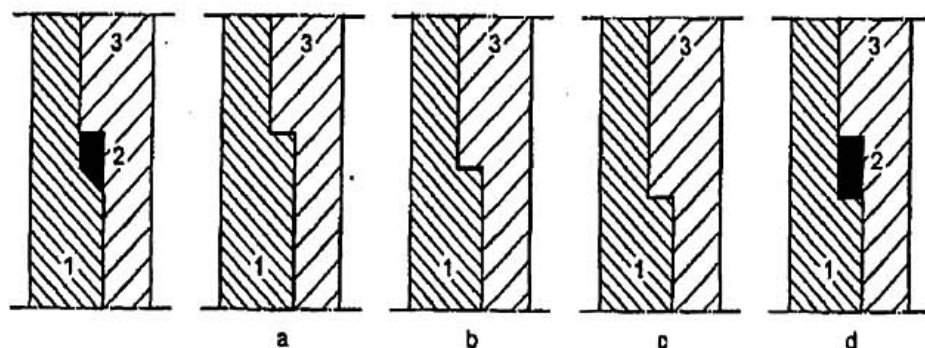
1 khe lõm trên tường

d_c Hiệu chỉnh cục bộ vuông góc với vị trí ở giữa của bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài

Hình 11 – Thay đổi tại vị trí của bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài

- b) Thay đổi tại giao diện của hai vùng của vật liệu khác nhau:
- Đặt lại vị trí của giao diện theo một hướng vuông góc với bề mặt trong;
 - Đặt lại vị trí của giao diện sao cho vật liệu có hệ số dẫn nhiệt thấp hơn được thay bằng vật liệu có hệ số dẫn nhiệt cao hơn (xem Hình 12).

VÍ DỤ: Các rãnh, khe hở để lắp băng trét kín, bộ liên kết mối nối, bộ đỡ hiệu chỉnh, khe lõm trên tường, các bề mặt nghiêng và các chi tiết liên kết khác.



Tổ hợp		Trường hợp đơn giản hóa			
Khối vật liệu	Hệ số dẫn nhiệt	a	b	c	d
1	λ_1	$\lambda_1 > \lambda_2$	$\lambda_1 > \lambda_3$	$\lambda_1 < \lambda_3$	$\lambda_1 < \lambda_2$
2	λ_2				
3	λ_3		$\lambda_3 > \lambda_2$	$\lambda_3 > \lambda_2$	$\lambda_3 < \lambda_2$

Hình 12 – Bốn khả năng để đặt lại vị trí của giao diện giữa ba khối vật liệu phụ thuộc vào mối quan hệ giữa các hệ số dẫn nhiệt của chúng, λ

c) Bỏ qua các lớp mỏng

- Các lớp vật liệu phi kim loại có chiều dày không lớn hơn 1 mm có thể bỏ qua;
 - Các lớp vật liệu kim loại có thể bỏ qua nếu nó không có ảnh hưởng gì đến truyền nhiệt.
- Ví DỤ: Các màng mỏng ngăn sự dẫn ẩm, hơi nước hoặc không khí.

d) Bỏ qua các phần phụ gắn vào bề mặt ngoài: có thể bỏ qua các bộ phận của tòa nhà gắn với bề mặt ngoài (nghĩa là các bộ phận gắn tại các điểm riêng rẽ).

Ví DỤ: Máng thu nước mưa, ống thoát nước.

7.3.3 Điều kiện sử dụng các lớp vật liệu gần đồng nhất để đơn giản hóa mô hình hình học

7.3.3.1 Tất cả các tính toán

Điều kiện sau đây được áp dụng trong tất cả các trường hợp để hợp nhất các cầu nhiệt tuyến tính và cầu nhiệt điểm không đáng kể vào một lớp vật liệu gần đồng nhất:

- Lớp của vật liệu đang xem xét được bố trí trong một phần của kết cấu xây dựng sau khi đơn giản hóa, nó trở thành một phần tử biên;
- Hệ số dẫn nhiệt của lớp vật liệu gần đồng nhất sau khi đơn giản hóa không lớn hơn 1,5 lần hệ số dẫn nhiệt nhỏ nhất của các vật liệu có mặt trong lớp vật liệu trước khi đơn giản hóa.

7.3.3.2 Tính toán xác định hệ số cặp nối nhiệt L_{3D} hoặc L_{2D}

Hệ số dẫn nhiệt tương đương của một lớp gần đồng nhất, λ' sẽ được tính theo công thức (2) hoặc (3):

$$\lambda' = \frac{d}{\frac{A}{L_{3D}} - R_{si} - R_{se} - \sum \frac{d_j}{\lambda_j}} \quad (2)$$

$$\lambda' = \frac{d}{\frac{l_{rb}}{L_{2D}} - R_{si} - R_{se} - \sum \frac{d_j}{\lambda_j}} \quad (3)$$

trong đó:

d là chiều dày của lớp không đồng nhất về nhiệt;

A là diện tích của bộ phận tòa nhà;

l_{tb} là chiều dài của một cầu nhiệt tuyến tính;

L_{3D} là hệ số cặp nối nhiệt của bộ phận tòa nhà xác định bằng một mô hình tính 3-D;

L_{2D} là hệ số cặp nối nhiệt của bộ phận tòa nhà xác định bằng một mô hình tính 2-D;

d_j là chiều dày của lớp đồng nhất bất kỳ thuộc phần của cấu kiện tòa nhà;

λ_j là các hệ số dẫn nhiệt của các lớp đồng nhất này.

CHÚ THÍCH: Việc sử dụng công thức (2) hoặc công thức (3) là phù hợp nếu có mặt một số lượng các cầu nhiệt nhỏ đồng dạng (thanh liên kết neo tường, mối nối liên kết trong khối xây, bloc rỗng, v.v...). Việc tính hệ số cặp nối nhiệt có thể bị giới hạn đến một diện tích cơ sở đại diện bằng lớp vật liệu không đồng nhất. Ví dụ: Một bức tường có hốc rỗng với bốn thanh liên kết neo tường cho mỗi một mét vuông có thể được biểu diễn bằng một diện tích cơ sở bằng 0,25 m² với một thanh liên kết tường.

7.3.3.3 Tính toán xác định nhiệt độ bề mặt trong hoặc hệ số truyền nhiệt tuyến tính, Ψ , hoặc hệ số truyền nhiệt điểm, χ

Phương pháp tính sử dụng các hệ số truyền nhiệt tuyến tính và hệ số truyền nhiệt điểm theo các tính toán 3-D được nêu trong Điều 11.

Hệ số dẫn nhiệt tương đương của lớp gần đồng nhất, λ' , có thể được tính theo công thức (4):

$$\lambda' = \frac{(A_1 \cdot \lambda_1 + \dots + A_n \cdot \lambda_n)}{(A_1 + \dots + A_n)} \quad (4)$$

trong đó:

$\lambda_1, \dots, \lambda_n$ là các hệ số dẫn nhiệt của các loại vật liệu cấu thành;

A_1, \dots, A_n là các diện tích của các loại vật liệu cấu thành được đo trong mặt phẳng của lớp miễn là:

- Các cầu nhiệt trong lớp đang xem xét là vuông góc hoặc gần như vuông góc với bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài của cấu kiện tòa nhà và xuyên hoàn toàn qua lớp vật liệu;
- Nhiệt trở (bề mặt tới bề mặt) của cấu kiện tòa nhà sau khi đơn giản hóa ít nhất là bằng 1,5 (m².K/W);
- Thỏa mãn các điều kiện của ít nhất một trong các nhóm được nêu trong Bảng 6 (xem Hình 13).

Bảng 6 – Điều kiện cụ thể để hợp nhất cầu nhiệt tuyến tính hoặc cầu nhiệt điểm vào trong một lớp gần đồng nhất

Nhóm ^a	λ_{tb} ^b W/(m.K)	A_{tb} ^c m ²	R_0 ^e m ² .K/W	$R_{t;l}$ ^f m ² .K/W	λ_l ^g W/(m.K)	d_l ^h m
1	≤ 1,5	≤ 0,05 × l_{tb} ^d	≤ 0,5	–	–	–
2	> 3	≤ 30 × 10 ⁻⁶	≤ 0,5	–	–	–
3	> 3	≤ 30 × 10 ⁻⁶	> 0,5	≥ 0,5	–	–
4	> 3	≤ 30 × 10 ⁻⁶	> 0,5	< 0,5	≥ 0,5	≥ 0,1

CHÚ THÍCH 1: Nhóm 1 bao gồm các cầu nhiệt tuyến tính. Ví dụ như mối nối liên kết trong khối xây, ván lát bằng gỗ trong các hốc không khí hoặc các hốc rỗng cách nhiệt có chiều dày nhỏ.

CHÚ THÍCH 2: Nhóm 2 bao gồm các hạng mục như các thanh liên kết được gắn trong khối xây hoặc bê tông hoặc được bố trí trong một hốc không khí cũng như đinh và vít trong các lớp vật liệu hoặc các dải băng với nhiệt trở tối đa được chỉ định.

TCVN 13102:2020

CHÚ THÍCH 3: Nhóm 3 và 4 gồm các hạng mục như các thanh liên kết hốc rỗng khi chúng xuyên qua một lớp cách nhiệt có nhiệt trở cao hơn nhiệt trở được chỉ định cho nhóm 2. Vì vậy vách tường bên trong cần có các tính chất nhiệt giới hạn ảnh hưởng của cầu nhiệt đến nhiệt độ bề mặt trong, ví dụ: Nếu vách tường bên trong có đủ nhiệt trở (nhóm 3) hoặc hệ số dẫn nhiệt của vách tường bên trong là đảm bảo cho dòng nhiệt đi qua thanh liên kết hốc rỗng được phân bố đều trên bề mặt trong; Hầu hết các vách tường khối xây bên trong hoặc vách tường bê tông bên trong là các ví dụ thuộc nhóm 4.

^a xem Hình 12.

^b λ_{cb} là hệ số dẫn nhiệt của cầu nhiệt được hợp nhất vào trong lớp vật liệu gần đồng nhất.

^c A_{cb} là diện tích của mặt cắt ngang của cầu nhiệt.

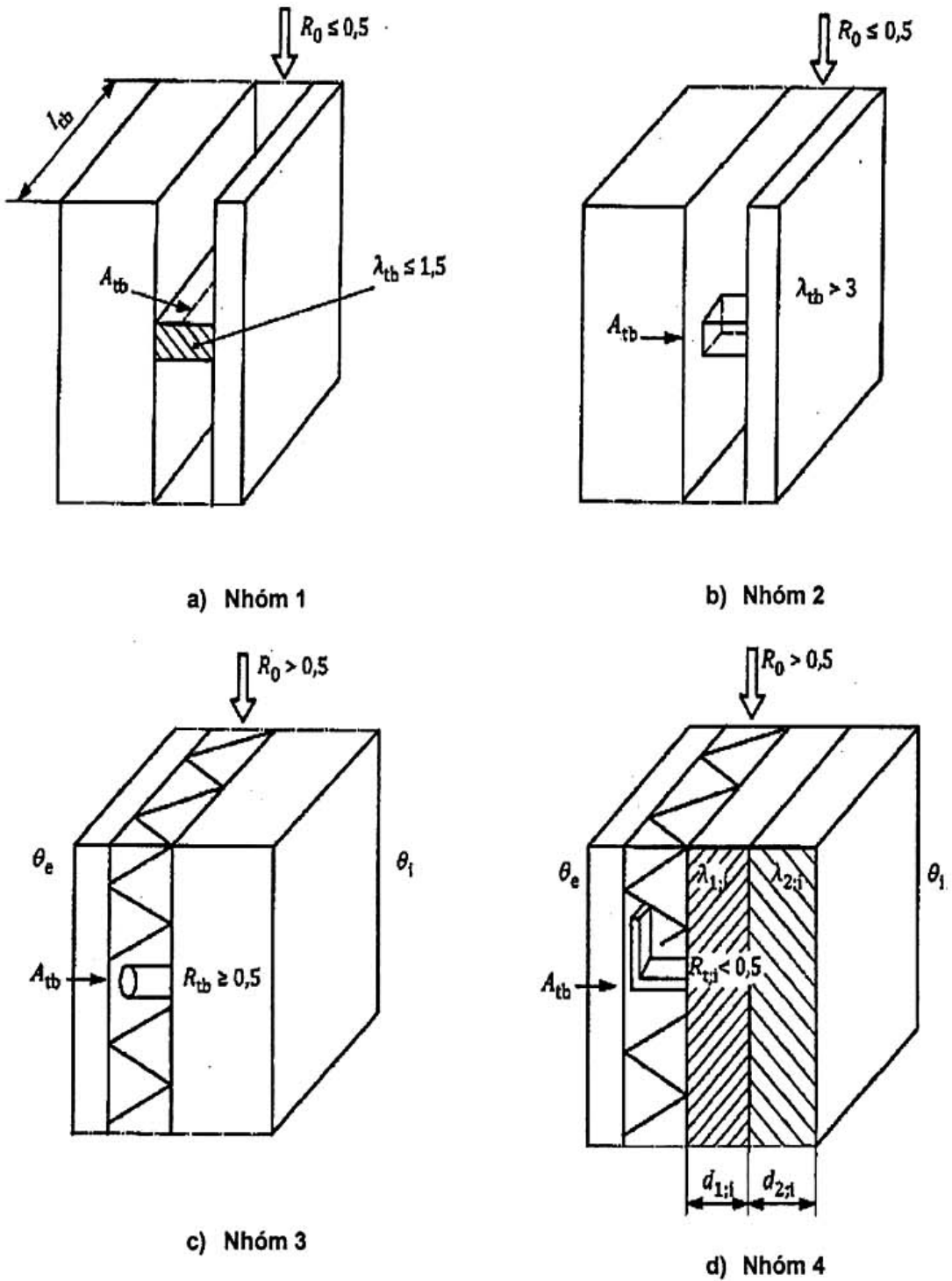
^d l_{cb} là chiều dài của một cầu nhiệt tuyến tính.

^e R_0 là nhiệt trở của lớp không có mặt cầu nhiệt điểm.

^f $R_{t,i}$ là tổng nhiệt trở của các lớp giữa lớp gần đồng nhất đang xem xét và bề mặt trong

^g λ_t là hệ số dẫn nhiệt của lớp vật liệu giữa lớp gần đồng nhất đang xem xét và bề mặt trong với giá trị lớn nhất của $\lambda_t d_t$.

^h d_t là chiều dày của cùng một lớp như nhau



CHÚ THÍCH: Chú dẫn về các ký hiệu và chỉ số dưới, xem Điều 4.

Hình 13 – Điều kiện cụ thể để hợp nhất cầu nhiệt tuyến tính và điểm vào trong một lớp gắn đồng nhất cho nhóm nêu trong Bảng 6

8 Đặc điểm dữ liệu đầu vào

8.1 Tổng quát

Sử dụng các giá trị nêu trong Điều này trừ phi các giá trị phi tiêu chuẩn được xác nhận cho một tình huống cá biệt.

TCVN 13102:2020

CHÚ THÍCH: Các giá trị phi tiêu chuẩn có thể xác nhận bằng các điều kiện cục bộ (nghĩa là các phân bố nhiệt độ được thiết lập trong nền đất) hoặc bởi các tính chất vật liệu cụ thể (nghĩa là ảnh hưởng của lớp tráng phát xạ thấp đến nhiệt trở bề mặt).

8.2 Hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu

Giá trị hệ số dẫn nhiệt thiết kế sẽ được tính theo TCVN 13103 (ISO 10456) nếu dựa trên các dữ liệu đo do các nhà sản xuất cung cấp.

Trong các trường hợp khác, hệ số dẫn nhiệt sẽ được lấy theo các giá trị dạng bảng. Bảng A.3 đưa ra một bản mẫu đối với các giá trị mặc định dạng bảng với một danh mục mặc định tham khảo nêu trong Bảng B.3.

Hệ số dẫn nhiệt của đất sẽ bằng 2,0 W/(m.K) trừ phi có các giá trị khác được nêu trong Bảng A.3.

8.3 Nhiệt trở bề mặt

Để tính toán các lưu lượng dòng nhiệt, các nhiệt trở bề mặt sẽ được lấy theo TCVN 13101 (ISO 6946), phụ thuộc vào hướng của dòng nhiệt. Tuy nhiên, các giá trị R_{st} tương ứng với dòng nhiệt theo phương ngang có thể sử dụng cho tất cả các bề mặt khi

- hướng của dòng nhiệt là không rõ ràng hoặc có khả năng bị thay đổi hoặc
- toàn bộ tòa nhà được mô hình hóa theo một khối duy nhất để tính toán.

Để tính các nhiệt độ bề mặt trong nhằm mục đích đánh giá nguy cơ ngưng tụ nước, nhiệt trở bề mặt được lấy theo ISO 13788.

8.4 Nhiệt độ ranh giới

Bảng 7 cho biết các nhiệt độ ranh giới sẽ được sử dụng.

Bảng 7 – Các nhiệt độ ranh giới

Vị trí	Nhiệt độ ranh giới
Bên trong	Nhiệt độ ranh giới bên trong
Bên trong của phòng không được sưởi ấm	Xem 8.7
Bên ngoài	Nhiệt độ ranh giới bên ngoài
Đất (mặt cắt phân chia theo phương ngang)	Tại khoảng cách dưới cao độ nền theo Bảng 5: điều kiện biên đoạn nhiệt

8.5 Hệ số dẫn nhiệt của các lớp gần đồng nhất

Hệ số dẫn nhiệt của các lớp gần đồng nhất sẽ được tính theo công thức (2), công thức (3) và công thức (4).

8.6 Hệ số dẫn nhiệt tương đương của các hốc không khí

Một hốc không khí sẽ được xem xét như là một vật liệu dẫn nhiệt đồng nhất với hệ số dẫn nhiệt, λ_g .

Nếu biết trước nhiệt trở của một lớp không khí hoặc hốc không khí, hệ số dẫn nhiệt tương đương λ_g của nó được tính theo công thức (5):

$$\lambda_g = \frac{d_g}{R_g} \quad (5)$$

trong đó:

d_g là chiều dày của lớp không khí;

R_g là nhiệt trở theo hướng chính của dòng nhiệt.

Nhiệt trở của các lớp không khí và các hốc rỗng bên trong các vật liệu không xuyên sáng sẽ được tính theo các quy trình quy định trong TCVN 13101 (ISO 6946).

Đối với nhiệt trở của các lớp không khí trong các cửa kính nhiều lớp, xem EN 673. Thông tin về việc xử lý các hốc rỗng trong các khung cửa sổ được nêu trong ISO 10077-2.

Các hốc không khí có kích thước lớn hơn 0,5 m dọc theo mỗi một trục của hệ trục tọa độ vuông góc sẽ được coi như các căn phòng (xem 8.7)

8.7 Xác định nhiệt độ trong một phòng liền kề không được sưởi ấm

Nếu có đủ các thông tin, nhiệt độ trong một phòng liền kề không được sưởi ấm được tính theo ISO 13789.

Nếu chưa biết nhiệt độ trong một phòng liền kề không được sưởi ấm và không thể tính được theo TCVN 13105 (ISO 13789) bởi vì không có các thông tin cần thiết thì không thể tính được dòng nhiệt và nhiệt độ bề mặt trong. Tuy nhiên, tất cả các hệ số cặp nối nhiệt yêu cầu và các chỉ số trọng số nhiệt độ có thể được tính và trình bày theo Phụ lục E.

9 Phương pháp tính toán

9.1 Phương pháp giải hệ phương trình

Mô hình hình học được chia thành một số ô, mỗi ô có một điểm đặc trưng (gọi là điểm nút). Áp dụng Định luật bảo toàn năng lượng ($\text{div } q = 0$) và định luật Fourier ($q = -\lambda \text{ grad } \theta$) và xét đến các điều kiện biên để có được một hệ các phương trình là hàm số của nhiệt độ tại các điểm nút. Giải hệ phương trình này bằng phương pháp giải trực tiếp hoặc bằng phương pháp lặp sẽ cho biết nhiệt độ điểm nút từ đó các thể xác định được trường nhiệt độ. Từ phân bố nhiệt độ, dòng nhiệt có thể được tính theo định luật Fourier.

Phương pháp tính sẽ được kiểm chứng phù hợp với các yêu cầu của Phụ lục C.

9.2 Quy tắc tính

9.2.1 Dòng nhiệt giữa các ô vật liệu và môi trường liền kề

Cường độ dòng nhiệt, q , vuông góc với giao diện giữa một ô vật liệu và môi trường liền kề sẽ được tính theo công thức (6):

$$q = \frac{(\theta - \theta_s)}{R_s} \quad (6)$$

trong đó:

θ là nhiệt độ tham chiếu bên trong hoặc bên ngoài;

θ_s là nhiệt độ tại bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài;

R_s là nhiệt trở bề mặt trong hoặc bề mặt ngoài.

9.2.2 Dòng nhiệt tại các mặt cắt phân chia

Mặt cắt phân chia sẽ là mặt cắt đoạn nhiệt (nghĩa là dòng nhiệt bằng không)

9.2.3 Nghiệm của công thức

Công thức sẽ được giải phù hợp với các yêu cầu nêu trong C.2

9.2.4 Tính phân bố nhiệt độ

Phân bố nhiệt độ bên trong mỗi ô vật liệu sẽ được tính bằng phép nội suy giữa các nhiệt độ điểm nút.

CHÚ THÍCH: Sử dụng phép nội suy tuyến tính là đủ.

10 Xác định các hệ số cặp nối nhiệt và lưu lượng dòng nhiệt từ các tính toán 3-D

10.1 Mô hình không phân chia có hai nhiệt độ ranh giới

Nếu chỉ có hai môi trường với hai nhiệt độ khác nhau (ví dụ: một nhiệt độ bên trong và một nhiệt độ bên ngoài) và nếu toàn bộ phòng hoặc tòa nhà được tính theo một mô hình đơn 3-D vậy thì tổng hệ số cặp nối nhiệt, $L_{3D,1,2}$ được xác định theo tổng lưu lượng dòng nhiệt, Φ , của phòng hoặc tòa nhà bằng công thức (7):

$$\Phi = L_{3D,1,2} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \tag{7}$$

10.2 Mô hình phân chia có hai nhiệt độ ranh giới

Nếu phòng hoặc tòa nhà được chia nhỏ trong mô hình (xem Hình 14), giá trị tổng của $L_{3D,i,j}$ được tính theo công thức (8):

$$L_{3D,i,j} = \sum_{k=1}^{N_k} U_{k(i,j)} \cdot A_k + \sum_{m=1}^{N_m} L_{2D,m(i,j)} \cdot l_m + \sum_{n=1}^{N_n} L_{3D,n(i,j)} \tag{8}$$

trong đó:

$L_{3D,n(i,j)}$ là hệ số cặp nối nhiệt thu được theo tính toán từ một mô hình 3-D cho phần thứ n của phòng hoặc tòa nhà;

$L_{2D,m(i,j)}$ là hệ số cặp nối nhiệt thu được theo tính toán từ một mô hình 2-D cho phần thứ m của phòng hoặc tòa nhà;

l_m là chiều dài mà giá trị $L_{2D,m(i,j)}$ được áp dụng;

$U_{k(i,j)}$ là hệ số truyền nhiệt thu được theo tính toán từ một mô hình 1-D cho phần thứ k của phòng hoặc tòa nhà;

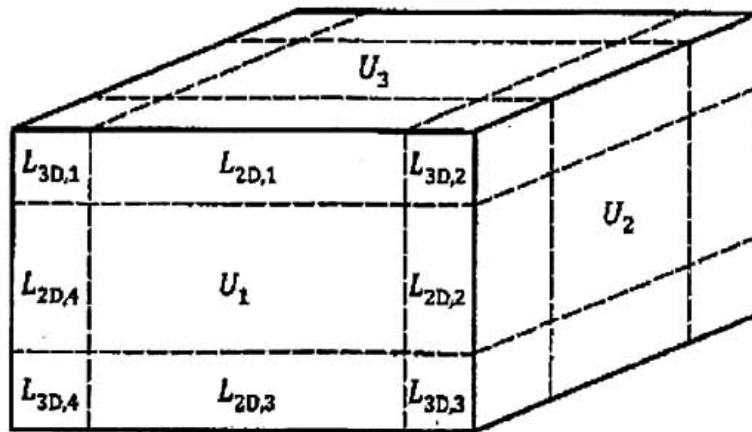
A_k là diện tích mà giá trị U_k được áp dụng;

N_n là tổng số của các phần 3-D;

N_m là tổng số của các phần 2-D;

N_k là tổng số của các phần 1-D.

CHÚ THÍCH: Trong công thức (8), $\sum A_k$ nhỏ hơn tổng diện tích bề mặt của vỏ bao che bởi vì một vài diện tích bề mặt đã bao gồm trong các số hạng 2-D và 3-D.



Hình 14 – Vỏ bao che tòa nhà được chia nhỏ theo các mô hình hình học 3-D, 2-D và 1-D

10.3 Có nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới

Lưu lượng dòng nhiệt, $\Phi_{i,j}$, từ môi trường i đến một môi trường có liên kết nhiệt j được tính theo công thức (9):

$$\Phi_{i,j} = L_{3D,i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \quad (9)$$

Tổng lưu lượng dòng nhiệt từ một phòng hoặc tòa nhà có thể tính theo các nguyên tắc nêu trong Điều 5. Lượng nhiệt truyền đến/ ra khỏi một phòng ở nhiệt độ θ_i có thể tính theo công thức (10):

$$\Phi = \sum_j [L_{3D,i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j)] \quad (10)$$

trong đó:

$L_{3D,i,j}$ là hệ số cặp nối nhiệt giữa một phòng và các phòng liền kề hoặc các môi trường bên ngoài;

θ_j là nhiệt độ của các phòng liền kề hoặc các môi trường bên ngoài.

Tổng lưu lượng dòng nhiệt truyền đến/ ra khỏi một tòa nhà có thể tính theo công thức (11):

$$\Phi = \sum_i \sum_j [L_{3D,i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j)] \quad (11)$$

trong đó:

θ_i là các nhiệt độ của các phòng bên trong;

θ_j là các nhiệt độ của các môi trường bên ngoài;

$L_{3D,i,j}$ là các hệ số cặp nối nhiệt tương ứng.

CHÚ THÍCH: E.1 cung cấp một phương pháp để tính các hệ số cặp nối nhiệt.

11 Tính toán sử dụng hệ số truyền nhiệt tuyến tính và điểm từ các tính toán 3-D

11.1 Tính hệ số cặp nối nhiệt

Mối quan hệ giữa $L_{3D,i,j}$ và các hệ số truyền nhiệt được đưa ra trong công thức (12):

$$L_{3D,i,j} = \sum_{k=1}^{N_k} U_{k(i,j)} \cdot A_k + \sum_{m=1}^{N_m} \Psi_{m(i,j)} \cdot l_m + \sum_{n=1}^{N_n} \chi_{n(i,j)} \quad (12)$$

trong đó:

$U_{k(i,j)}$ là hệ số truyền nhiệt của phần thứ k của phòng hoặc tòa nhà;

A_k là diện tích mà giá trị $U_{k(i,j)}$ được áp dụng;

$\Psi_{m(i,j)}$ là hệ số truyền nhiệt tuyến tính của phần thứ m của phòng hoặc tòa nhà;

l_m là chiều dài mà giá trị $\Psi_{m(i,j)}$ được áp dụng;

$\chi_{n(i,j)}$ là hệ số truyền nhiệt điểm của phần thứ n của phòng hoặc tòa nhà;

N_k là số lượng các hệ số truyền nhiệt;

N_m là số lượng các hệ số truyền nhiệt tuyến tính;

N_n là số lượng các hệ số truyền nhiệt điểm.

CHÚ THÍCH 1: Trong công thức (12), $\sum A_k$ bằng tổng diện tích bề mặt của vỏ bao che.

CHÚ THÍCH 2: $L_{3D,i,j}$ tương đương với hệ số truyền nhiệt, H , sử dụng trong các tiêu chuẩn khác.

11.2 Tính các hệ số truyền nhiệt tuyến tính và điểm

Các giá trị Ψ được xác định theo công thức (13):

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^{N_j} U_j \cdot l_j \quad (13)$$

TCVN 13102:2020

trong đó:

L_{2D} là hệ số cặp nối nhiệt thu được từ tính toán 2-D của bộ phận phân chia hai môi trường đang xem xét;

U_j là hệ số truyền nhiệt của bộ phận 1-D thứ j phân chia hai môi trường đang xem xét;

l_j là chiều dài mà giá trị U_j được áp dụng.

Các giá trị χ được xác định theo công thức (14):

$$\chi = L_{3D} - \sum_{i=1}^{N_i} U_i \cdot A_i - \sum_{j=1}^{N_j} \Psi_j \cdot l_j \quad (14)$$

trong đó:

L_{3D} là hệ số cặp nối nhiệt thu được từ tính toán 3-D của bộ phận 3-D phân chia hai môi trường đang xem xét;

U_i là hệ số truyền nhiệt của bộ phận 1-D thứ i phân chia hai môi trường đang xem xét;

A_i là diện tích mà giá trị U_i được áp dụng;

Ψ_j là các hệ số truyền nhiệt tuyến tính được tính theo công thức (18);

l_j là chiều dài mà giá trị Ψ_j được áp dụng;

N_j là số lượng các bộ phận 2-D;

N_i là số lượng các bộ phận 1-D;

Khi xác định các giá trị Ψ và χ thì cần thiết công bố các kích thước nào (ví dụ: Bên trong hoặc bên ngoài) đã được sử dụng, bởi vì đối với một số loại cầu nhiệt, các giá trị Ψ và χ phụ thuộc vào sự lựa chọn này.

CHÚ THÍCH: Phụ lục D cung cấp các ví dụ tính các giá trị Ψ và χ .

12 Xác định hệ số cặp nối nhiệt, lưu lượng dòng nhiệt và hệ số truyền nhiệt tuyến tính từ các tính toán 2-D

12.1 Hai nhiệt độ ranh giới

Lưu lượng dòng nhiệt trên mỗi mét dài, Φ_l , của cầu nhiệt tuyến tính từ môi trường bên trong được ký hiệu bằng chỉ số dưới "int" ra môi trường bên ngoài, ký hiệu bằng chỉ số dưới "e" được tính theo công thức (15):

$$\Phi_l = L_{2D} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (15)$$

Trong đó:

L_{2D} là hệ số cặp nối nhiệt thu được từ một tính toán 2-D của bộ phận phân chia hai môi trường đang xem xét.

12.2 Nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới

Lưu lượng dòng nhiệt, $\Phi_{i,j}$ từ môi trường i đến môi trường có liên kết nhiệt j được tính theo công thức (16):

$$\Phi_{i,j} = L_{2D,i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j) \quad (16)$$

Đối với trường hợp có nhiều hơn hai môi trường có các nhiệt độ khác nhau (ví dụ: Các nhiệt độ bên trong khác nhau hoặc các nhiệt độ bên ngoài khác nhau), tổng lưu lượng dòng nhiệt Φ truyền đến/ra khỏi một phòng hoặc tòa nhà có thể tính theo công thức (17):

$$\Phi = \sum_{i < j} [L_{2D,i,j} \cdot (\theta_i - \theta_j)] \quad (17)$$

trong đó:

$L_{2D,i,j}$ là các hệ số cặp nối nhiệt giữa mỗi cặp của các môi trường.

12.3 Xác định hệ số truyền nhiệt tuyến tính

Hệ số truyền nhiệt tuyến tính liên quan của một cầu nhiệt tuyến tính phân chia hai môi trường, Ψ , được tính theo công thức (18):

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^{N_j} U_j \cdot l_j \quad (18)$$

trong đó:

U_j là hệ số truyền nhiệt của bộ phận 1-D thứ j phân chia hai môi trường đang xem xét;

l_j là chiều dài bên trong mô hình hình học 2-D mà giá trị U_j được áp dụng;

N_j là số lượng các bộ phận 1-D.

Khi xác định hệ số truyền nhiệt tuyến tính thì cần thiết công bố các kích thước nào (ví dụ: Bên trong hoặc bên ngoài) đã được sử dụng, bởi vì đối với một số loại cầu nhiệt, giá trị của hệ số truyền nhiệt tuyến tính phụ thuộc vào sự lựa chọn này.

12.4 Xác định hệ số truyền nhiệt tuyến tính cho các vị trí tiếp nối của tường/sàn

12.4.1 Tất cả các trường hợp

Các phương pháp số sử dụng một mô hình hình học hai chiều có thể được dùng để xác định các giá trị của hệ số truyền nhiệt tuyến tính cho các vị trí tiếp nối của tường/sàn.

Thiết lập mô hình chi tiết đầy đủ bao gồm một nửa chiều rộng của sàn hoặc rộng 4 m (bất kì cái nào nhỏ hơn) và một phần của tường đến chiều cao, h_w và tính L_{2D} như lưu lượng dòng nhiệt trên chênh lệch nhiệt độ và trên chiều dài chu vi. h_w sẽ là khoảng cách tối thiểu từ vị trí tiếp nối đến mặt cắt phân chia phù hợp với các tiêu chí trong 7.2.3 và h_f sẽ là chiều cao tính từ mặt trên của bản sàn so với mặt nền (xem Hình 15). Các kích thước của mô hình bên ngoài tòa nhà và dưới mặt nền được kéo dài thêm 2,5 lần chiều rộng sàn hoặc 20 m (bất kì cái nào nhỏ hơn). Xem 7.2.5.

Nếu thực hiện việc tính toán sử dụng sàn có chiều rộng bằng 4 m (nghĩa là $B = 8 \text{ m}$) thì có thể sử dụng kết quả cho sàn bất kỳ với kích thước lớn hơn ($B > 8 \text{ m}$).

Sau đó tiếp tục việc tính toán theo phương án A (xem 12.4.2) hoặc phương án B (xem 12.4.3).

Bản mẫu chỉ rõ sự lựa chọn giữa các phương án này được đưa ra trong Bảng A.4 với một danh mục tham khảo mặc định nêu trong Bảng B.4.

12.4.2 Phương án A

12.4.2.1 Cao độ sàn bên trong bằng hoặc cao hơn cao độ nền bên ngoài

L_{2D} thu được bằng phương pháp số cho toàn bộ các chi tiết (bao gồm đất nền, mép lớp cách nhiệt nếu thích hợp). U_w được tính theo TCVN 13101 (ISO 6946) trong khi U_g được tính theo quy trình được đơn giản hóa trong ISO 13370, bao gồm cả tất cả phần cách nhiệt của bản sàn và tại vị trí thích hợp thêm cả việc hiệu chỉnh đối với cách nhiệt của mép sàn (xem Hình 15).

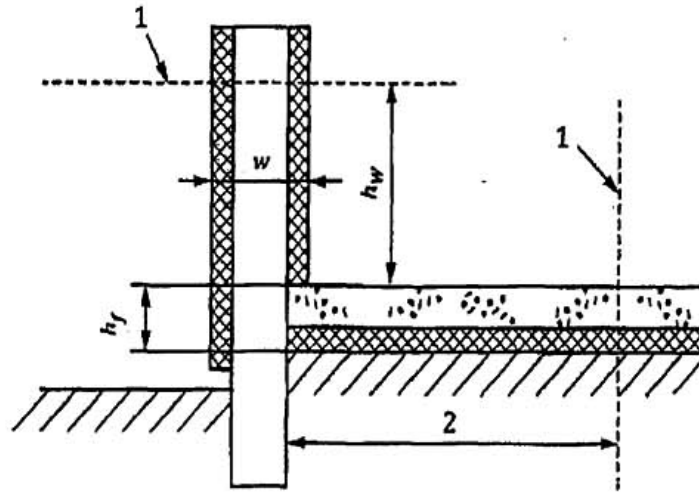
Tính Ψ_g theo công thức (19) sử dụng các kích thước bên trong và theo công thức (20) sử dụng các kích thước bên ngoài:

$$\Psi_g = L_{2D} - h_w \cdot U_w - 0,5 \times B \cdot U_g \quad (19)$$

$$\Psi_g = L_{2D} - (h_w + h_f) \cdot U_w - (0,5 \times B + w) \cdot U_g \quad (20)$$

TCVN 13102:2020

trong đó U_w là hệ số truyền nhiệt của tường trên mặt nền được mô hình hóa trong phương pháp số.



CHÚ DẪN:

- 1 Ranh giới đoạn nhiệt
- 2 $0,5 \times B$ hoặc 4 m
- h_f Chiều cao của mặt trên bản sàn ở trên cao độ nền
- h_w Khoảng cách tối thiểu tính từ vị trí tiếp nối đến mặt cắt phân chia (xem 7.2.3)
- w Chiều rộng của tường ở trên cao độ nền

CHÚ THÍCH: Các kích thước của mô hình được kéo dài thêm $0,5 \times B$ bên trong tòa nhà và $2,5 \times B$ bên ngoài tòa nhà và dưới mặt nền.

Hình 15 – Mô hình tính hệ số truyền nhiệt tuyến tính tại vị trí tiếp nối của tường/sàn (cao độ sàn bên trong bằng hoặc cao hơn cao độ nền bên ngoài)

12.4.2.2 Cao độ sàn bên trong thấp hơn cao độ nền bên ngoài

L_{2D} thu được theo phương pháp số cho toàn bộ chi tiết (bao gồm đất nền, tầng hầm và mép cách nhiệt nếu thích hợp). U_w được tính theo TCVN 13101 (ISO 6946) trong khi U_g và $U_{w,b}$ được tính theo quy trình được đơn giản hóa trong ISO 13370 cho một tầng hầm được sưởi ấm bao gồm cả tất cả phần cách nhiệt của sàn và truyền nhiệt qua vách tầng hầm và tại vị trí thích hợp, có tính đến chiều sâu của tầng hầm và hiệu chỉnh đối với cách nhiệt mép sàn (xem Hình 16).

Tính Ψ_g theo công thức (21) sử dụng các kích thước bên trong và theo công thức (22) sử dụng các kích thước bên ngoài:

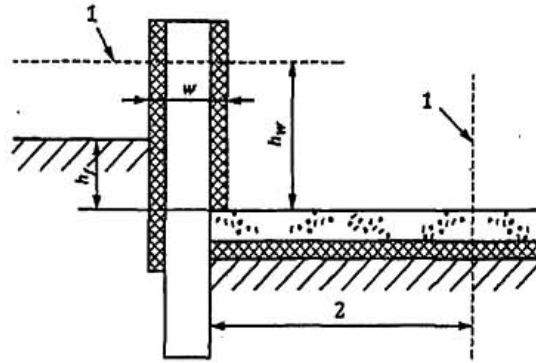
$$\Psi_g = L_{2D} - (h_w - h_f) \cdot U_w - h_f \cdot U_{w,b} - 0,5 \times B U_g \tag{21}$$

$$\Psi_g = L_{2D} - (h_w - h_f) \cdot U_w - h_f \cdot U_{w,b} - (0,5 \times B + w) \cdot U_g \tag{22}$$

trong đó:

U_w là hệ số truyền nhiệt của tường trên mặt nền như được mô hình hóa trong phương pháp số.

$U_{w,b}$ là hệ số truyền nhiệt của tường tầng hầm được tính theo ISO 13370.



CHÚ DẪN:

1 Ranh giới đoạn nhiệt

2 $0,5 \times B$ hoặc 4 m

h_f Chiều cao tính từ mặt trên của bản sàn bên dưới cao độ nền (tường tầng hầm)

h_w Khoảng cách tối thiểu tính từ vị trí tiếp nối đến mặt cắt phân chia (xem 7.2.3)

w Chiều dày của tường

CHÚ THÍCH: Các kích thước của mô hình được kéo dài thêm $0,5 \times B$ bên trong tòa nhà và $2,5 \times B$ bên ngoài tòa nhà và dưới mặt nền.

Hình 16 – Mô hình tính hệ số truyền nhiệt tuyến tính tại vị trí tiếp nối của tường/sàn (cao độ sàn bên trong thấp hơn cao độ nền bên ngoài)

12.4.3 Phương án B

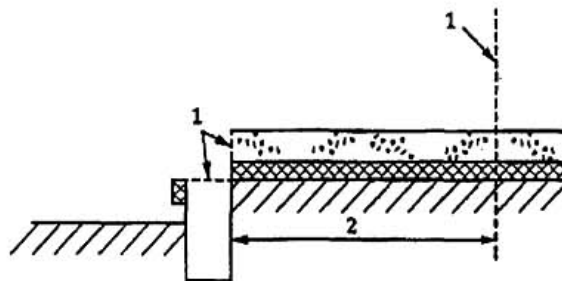
12.4.3.1 Cao độ sàn bên trong bằng hoặc cao hơn cao độ nền bên ngoài

Loại bỏ phần tường xuống đến cao độ mặt dưới của sàn (xem Hình 17). Sử dụng các ranh giới đoạn nhiệt nơi trước đó tường đã tiếp xúc với bản sàn hoặc mặt nền. Giá trị L_{2D} sẽ thu được bằng một tính toán lần thứ hai theo phương pháp số dựa trên các dữ liệu chi tiết soát lại.

Cả hai giá trị L_{2D} và $L_{2D,a}$ sẽ thu được bằng phương pháp số tuân theo quy trình nêu trong 12.4.

Vậy thì,

$$\psi_g = L_{2D} - h_w \cdot U_w - L_{2D,a} \quad (23)$$



CHÚ DẪN:

1 Ranh giới đoạn nhiệt

2 $0,5 \times B$ hoặc 4 m

Hình 17 – Mô hình cho tính toán lần thứ 2 bằng phương pháp số cho phương án B (cao độ sàn bên trong bằng hoặc cao hơn cao độ nền bên ngoài)

TCVN 13102:2020

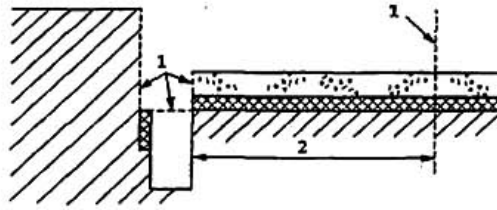
12.4.3.2 Cao độ sàn bên trong thấp hơn cao độ nền bên ngoài

Thay thế tất cả các loại vật liệu dưới mặt nền bằng đất (nhưng giữ lại tất cả các cách nhiệt của sàn) và loại bỏ phần tường xuống cao độ mặt dưới của sàn (xem Hình 18). Sử dụng các ranh giới đoạn nhiệt nơi trước đó tường đã tiếp xúc với bản sàn hoặc mặt nền. Giá trị $L_{2D,a}$ sẽ thu được theo bằng tính toán lần thứ hai theo phương pháp số dựa trên các dữ liệu chi tiết soát lại.

Cả hai giá trị L_{2D} và $L_{2D,a}$ sẽ thu bằng phương pháp số tuân theo quy trình nêu trong 12.4. U_W được tính theo TCVN 13101 (ISO 6946).

Vậy thì,

$$\Psi_g = L_{2D} - (h_W - h_f) \cdot U_W - L_{2D,a} \quad (24)$$



CHÚ DẪN:

- 1 Ranh giới đoạn nhiệt
- 2 $0,5 \times B$ hoặc 4 m

Hình 18 – Mô hình cho tính toán lần thứ 2 bằng phương pháp số cho phương án B (cao độ sàn bên trong thấp hơn cao độ nền bên ngoài)

12.5 Xác định hệ số truyền nhiệt chu kỳ bên ngoài cho sàn mặt đất

Mô hình hình học nêu trong 12.4 có thể sử dụng với một phương pháp số có xét đến yếu tố thời gian để xác định cả Ψ_g và hệ số truyền nhiệt chu kỳ bên ngoài, H_{pe} . Độ lớn của bước thời gian nên được chọn sao cho bảo đảm một tính toán ổn định. Xác định giá trị trung bình của tổng dòng nhiệt đi qua các bề mặt trong (W/m) cho mỗi một tháng của năm. Việc tính toán được tiếp tục cho đến khi dòng nhiệt đi qua các mặt trong cho tháng 12 của năm trước nhỏ hơn 1 % so với dòng nhiệt trong tháng 12 của năm trước đó. Thông thường có thể đạt được điều này bằng cách tính cho ít nhất là 10 năm.

Nhiệt độ bên trong được giữ ở một giá trị không đổi, $\bar{\theta}_i$, và nhiệt độ bên ngoài tại thời gian t tính bằng °C, thì $\theta_e(t)$ được tính theo công thức (25):

$$\theta_e(t) = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{t-\tau}{12}\right) \quad (25)$$

trong đó:

- $\bar{\theta}_e$ là nhiệt độ bên ngoài trung bình hàng năm, tính bằng °C;
- $\hat{\theta}_e$ là biên độ thay đổi của nhiệt độ bên ngoài trung bình tháng, tính bằng K;
- t là thời gian tính bằng tháng ($t = 0$ khi tại thời điểm bắt đầu của tháng 1);
- τ là thời gian tính bằng tháng tại đó xuất hiện nhiệt độ bên ngoài tối thiểu.

Để có thêm thông tin bao gồm cả các tính chất của nền đất, xem ISO 13370.

Đối với mỗi tháng, dòng nhiệt, q_m , bổ sung có tính đến do U_W và U_g được tính theo công thức (26):

$$q_m = q_{c,m} - h_W \cdot U_W \cdot (\bar{\theta}_{int} - \theta_{e,m}) - 0,5 \times B \cdot U_g \cdot (\bar{\theta}_{int} - \theta_e) \quad (26)$$

Trong đó $q_{c,m}$ là dòng nhiệt trung bình truyền qua các bề mặt trong tại tháng m , thu được từ các kết quả tính theo phương pháp số. Vậy thì tính theo công thức (27):

$$\Psi_g = \frac{\sum_{m=1}^{12} q_m}{12 \times (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e)} \quad (27)$$

Và công thức (28):

$$H_{pe} = P \cdot \left(\frac{q_{max} - q_{min}}{2 \times \bar{\theta}_e} \right) \quad (28)$$

trong đó:

P là phần chu vi của bản sàn tiếp xúc với bên ngoài;

q_{max} là giá trị tối đa của q_m ;

q_{min} là giá trị tối thiểu của q_m .

CHÚ THÍCH: H_{pe} được tính toán theo công thức (28) bao gồm cả giá trị Ψ_g .

13 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong

13.1 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong từ các tính toán 3-D

13.1.1 Hai nhiệt độ ranh giới

Nếu chỉ có hai môi trường cần phải xét đến và đất dưới lớp bề mặt nền không phải là một phần của mô hình hình học thì có thể biểu diễn các nhiệt độ bề mặt ở dạng không thứ nguyên phù hợp với công thức (29):

$$f_{R_{st}}(x, y, z) = \frac{\theta_{st}(x, y, z) - \theta_e}{\theta_{int} - \theta_e} \quad (29)$$

trong đó:

$f_{R_{st}}(x, y, z)$ là hệ số nhiệt độ của bề mặt trong tại điểm (x, y, z) ;

$\theta_{st}(x, y, z)$ là nhiệt độ của bề mặt trong tại điểm (x, y, z) ;

θ_{int} là nhiệt độ bên trong;

θ_e là nhiệt độ bên ngoài.

Hệ số nhiệt độ sẽ được tính với một sai số nhỏ hơn 0,005.

13.1.2 Nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới

Nếu có nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới thì sẽ sử dụng hệ số trọng số nhiệt độ, g . Hệ số trọng số nhiệt độ cung cấp phương pháp để tính nhiệt độ ở vị trí bất kỳ của bề mặt trong với các tọa độ (x, y, z) như là một hàm số tuyến tính của tập hợp bất kỳ của các nhiệt độ ranh giới.

CHÚ THÍCH 1: Ít nhất ba nhiệt độ ranh giới cần phải xét đến nếu mô hình hình học bao gồm các môi trường bên trong với các nhiệt độ khác nhau.

Sử dụng các hệ số trọng số nhiệt độ để tính nhiệt độ bề mặt tại vị trí (x, y, z) trong môi trường j theo công thức (30):

$$\theta_j(x, y, z) = g_{j,1}(x, y, z) \cdot \theta_1 + g_{j,2}(x, y, z) \cdot \theta_2 + \dots + g_{j,n}(x, y, z) \cdot \theta_n \quad (30)$$

Cùng với công thức (31):

$$g_{j,1}(x, y, z) + g_{j,2}(x, y, z) + \dots + g_{j,n}(x, y, z) = 1 \quad (31)$$

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục E.3 cung cấp một phương pháp để tính các hệ số trọng số.

Tính nhiệt độ bề mặt trong, θ_{st} tại vị trí cần tính bằng cách nhập các giá trị $g_{j,i}$ đã được tính và các nhiệt độ ranh giới thực tế, θ_i vào công thức (30).

TCVN 13102:2020

CHÚ THÍCH 3: Vị trí quan tâm thường thường là điểm với nhiệt độ bề mặt trong thấp nhất. Vị trí này có thể thay đổi nếu các nhiệt độ ranh giới thay đổi.

13.2 Xác định nhiệt độ tại bề mặt trong từ các tính toán 2-D

13.2.1 Hai nhiệt độ ranh giới

Nếu chỉ có hai môi trường cần phải xét đến thì có thể biểu diễn nhiệt độ bề mặt ở dạng không thứ nguyên phù hợp với công thức (32):

$$f_{R_{si}}(x, y) = \frac{\theta_{si}(x, y) - \theta_e}{\theta_{int} - \theta_e} \quad (32)$$

trong đó:

$f_{R_{si}}(x, y)$ là hệ số nhiệt độ cho bề mặt trong tại điểm (x, y) ;

$\theta_{si}(x, y)$ là nhiệt độ cho bề mặt trong tại điểm (x, y) ;

θ_{int} là nhiệt độ bên trong;

θ_e là nhiệt độ bên ngoài.

Hệ số nhiệt độ sẽ được tính với một sai số nhỏ hơn 0,005.

13.2.2 Ba nhiệt độ ranh giới

Nếu có ba nhiệt độ ranh giới cần xét đến thì sẽ sử dụng các hệ số trọng số nhiệt độ, g . Các hệ số trọng số nhiệt độ cung cấp phương pháp để tính nhiệt độ ở vị trí bất kỳ của bề mặt trong với các tọa độ (x, y) như là một hàm số tuyến tính của tập hợp bất kỳ của các nhiệt độ ranh giới.

Các nhiệt độ bề mặt tại vị trí (x, y) trong môi trường j được tính theo công thức (33):

$$\theta_j(x, y) = g_{j,1}(x, y) \cdot \theta_1 + g_{j,2}(x, y) \cdot \theta_2 + g_{j,3}(x, y) \cdot \theta_3 \quad (33)$$

Cùng với công thức (34):

$$g_{j,1}(x, y) + g_{j,2}(x, y) + g_{j,3}(x, y) = 1 \quad (34)$$

CHÚ THÍCH: Các hệ số trọng số tại vị trí quan tâm có thể được tính theo Phụ lục E. Vị trí quan tâm thường thường là điểm có nhiệt độ bề mặt trong thấp nhất. Vị trí này có thể thay đổi nếu các nhiệt độ ranh giới thay đổi.

14 Báo cáo

14.1 Dữ liệu đầu vào

Báo cáo tính toán sẽ bao gồm các thông tin sau:

a) Mô tả kết cấu xây dựng:

- Các sơ đồ của tòa nhà bao gồm cả các kích thước và vật liệu sử dụng;
- Đối với toàn bộ một tòa nhà, nêu rõ các thay đổi liên quan đến kết cấu xây dựng và/ hoặc các đo đạc vật lý và các chi tiết đầy đủ từ công tác thanh tra kiểm soát;
- Các nhận xét liên quan khác;

b) Mô tả mô hình hình học:

- Mô hình hình học 2-D hoặc 3-D cùng các kích thước;
- Dữ liệu đầu vào cho biết vị trí của mặt phẳng kết cấu xây dựng và các mặt phẳng phụ trợ bất kỳ cùng với các hệ số dẫn nhiệt của các loại vật liệu khác nhau;
- Các nhiệt độ ranh giới áp dụng;
- Tính toán nhiệt độ ranh giới trong một khu vực liên kề khi thích hợp;
- Các nhiệt trở bề mặt và các diện tích áp dụng tương ứng;

- Bất kỳ các hiệu chỉnh nào về kích thước phù hợp với 7.3.2;
- Bất kỳ các lớp gần đồng nhất nào và các hệ số dẫn nhiệt được tính phù hợp với 7.3.3;
- Bất kỳ các giá trị phi tiêu chuẩn nào được sử dụng với căn chỉnh sai số từ các giá trị chuẩn (xem 8.1)

14.2 Dữ liệu đầu ra

14.2.1 Tổng quát

Các kết quả tính sau đây phải được báo cáo là các giá trị không phụ thuộc vào các nhiệt độ ranh giới:

- Hệ số cặp nối nhiệt L_{3D} hoặc L_{2D} giữa các phòng liền kề cần phải xét đến liên quan đến sự truyền nhiệt qua các bộ phận tòa nhà;

CHÚ THÍCH 1: Một ví dụ được đưa ra trong Bảng E.2.

- Nếu thích hợp, hệ số truyền nhiệt tuyến tính, Ψ , của cầu nhiệt tuyến tính cần nêu rõ đã sử dụng các kích thước bên trong hay bên ngoài;

- Hệ số nhiệt độ, $f_{R_{st}}$, cho các điểm có nhiệt độ bề mặt thấp nhất tại mỗi phòng cần xét đến (bao gồm cả vị trí của các điểm này); Nếu sử dụng nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới thì phải có báo cáo về các hệ số trọng số nhiệt độ;

CHÚ THÍCH 2: Một ví dụ về việc lập báo cáo các hệ số trọng số nhiệt độ được nêu trong Bảng E.4.

Tất cả các giá trị đầu ra sẽ được lấy ít nhất đến ba số có nghĩa.

14.2.2 Tính truyền nhiệt sử dụng hệ số cặp nối nhiệt

Lượng nhiệt truyền từ môi trường i đến môi trường j được tính theo công thức (10) nếu có nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới, tính theo công thức (9) nếu có hai nhiệt độ ranh giới hoặc bằng công thức (15) cho một mô hình hình học 2-D.

14.2.3 Tính các nhiệt độ bề mặt sử dụng các hệ số trọng số

Nhiệt độ bề mặt trong thấp nhất tiếp xúc với phòng j được tính theo công thức (30) cho một mô hình hình học 3-D hoặc theo công thức (33) cho một mô hình hình học 2-D.

14.2.4 Dữ liệu đầu ra bổ sung

Đối với một tập hợp riêng của các nhiệt độ ranh giới thì cần trình bày các giá trị bổ sung sau:

- Các lưu lượng dòng nhiệt, tính bằng oát trên mét (cho các trường hợp 2-D) hoặc bằng oát (cho các trường hợp 3-D), cho mỗi một cặp cửa các phòng cần quan tâm;
- Các nhiệt trở bề mặt tối thiểu, tính bằng độ Celsius và vị trí của các điểm có nhiệt độ bề mặt tối thiểu tại mỗi phòng cần quan tâm;

14.2.5 Đánh giá sai số

Các quy trình số đưa ra các phương pháp tính gần đúng hội tụ với phương pháp giải tích nếu có. Để đánh giá mức tin cậy của các kết quả thì nên đánh giá sai số dư theo mô tả dưới đây:

- Để đánh giá các sai số do không đủ số ô thì sẽ thực hiện các phép tính bổ sung theo C.2. Sự khác biệt trong các kết quả đối với cả hai phép tính sẽ được công bố.
- Để đánh giá sai số phát sinh trong phương pháp số giải hệ phương trình thì thương số bằng tổng của các dòng nhiệt (dương và âm) qua tất cả các ranh giới của bộ phận tòa nhà chia cho dòng nhiệt tổng sẽ được tính và đưa ra trong báo cáo.

CHÚ THÍCH: Phụ lục C.2 quy định rằng thương số này là phải nhỏ hơn 0,0001.

Bảng A.5 đưa ra một bản mẫu quy định sai số tối đa cho phép với một mặc định tham khảo nêu trong Bảng B.5.

Phụ lục A

(Quy định)

Bảng dữ liệu đầu vào và lựa chọn phương pháp – Bản mẫu**A.1 Tổng quát**

Bản mẫu trong Phụ lục A của tiêu chuẩn này được sử dụng để quy định lựa chọn các phương pháp, dữ liệu đầu vào cần thiết và tham chiếu đến các tài liệu khác.

CHÚ THÍCH 1: Việc tuân theo bản mẫu này là chưa đủ để bảo đảm tính nhất quán của dữ liệu.

CHÚ THÍCH 2: Các lựa chọn mặc định tham khảo ở trong Phụ lục B. Các giá trị và lựa chọn thay thế có thể tuân thủ theo các quy định quốc gia/ vùng. Nếu không chấp nhận các lựa chọn và giá trị mặc định trong Phụ lục B do bởi các quy định quốc gia / vùng, các chính sách hoặc truyền thống quốc gia thì có thể kỳ vọng rằng:

- Các cơ quan quốc gia hoặc vùng có thẩm quyền soạn thảo các bảng dữ liệu với các lựa chọn và giá trị quốc gia hoặc vùng phù hợp với bản mẫu trong Phụ lục A hoặc
- Theo mặc định, cơ quan tiêu chuẩn quốc gia sẽ bổ sung hoặc gộp phụ lục quốc gia (Phụ lục NA) vào tiêu chuẩn này phù hợp với bản mẫu trong Phụ lục A để đưa ra các lựa chọn và giá trị quốc gia hoặc vùng phù hợp với các văn bản quy phạm pháp luật.

CHÚ THÍCH 3: Bản mẫu trong Phụ lục A có thể áp dụng cho các ứng dụng khác nhau (ví dụ: Thiết kế tòa nhà mới, chứng nhận tòa nhà mới, cải tạo một tòa nhà hiện hữu, và chứng nhận một tòa nhà hiện hữu) và cho các loại tòa nhà khác nhau (ví dụ: Tòa nhà nhỏ hoặc đơn giản và tòa nhà lớn hoặc tòa nhà tổ hợp). Có thể phân biệt các giá trị và các lựa chọn cho các ứng dụng khác nhau hoặc các loại tòa bằng cách:

- Bổ sung thêm cột hoặc dòng (một cột hoặc dòng đối với mỗi một ứng dụng), nếu bản mẫu cho phép;
- Gộp nhiều phiên bản của một bảng (một phiên bản đối với mỗi một ứng dụng), đánh số liên tiếp theo a, b, c,... Ví dụ: Bảng NA. 3a, Bảng NA. 3b;
- Xây dựng các bảng dữ liệu quốc gia/ vùng khác nhau cho cùng một tiêu chuẩn. Trong trường hợp tiêu chuẩn có phụ lục quốc gia thì sẽ được đánh số liên tiếp (Phụ lục NA, Phụ lục NB, Phụ lục NC,...).

CHÚ THÍCH 4: Trong phần giới thiệu của bảng dữ liệu quốc gia/vùng có thể bổ sung thông tin, ví dụ về các quy định quốc gia/ vùng được áp dụng.

CHÚ THÍCH 5: Để đảm bảo người dùng có được các giá trị đầu vào nhất định, bảng dữ liệu tuân theo bản mẫu trong Phụ lục A có thể tham chiếu đến các quy trình quốc gia đánh giá dữ liệu đầu vào cần thiết. Ví dụ: Tham chiếu văn bản báo cáo đánh giá quốc gia bao gồm sơ đồ cây ra quyết định, các bảng và các tính toán trước.

Những ô bôi đậm trong bảng là phần của bản mẫu và do đó không nhập dữ liệu vào phần này.

A.2 Bản tham chiếu

Bản tham chiếu được định danh bằng các mã số mô đun nêu trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Bản tham chiếu

Bản tham chiếu	Tài liệu tham chiếu ^a	
	Số	Tên
Mx-y ^b

^a Nếu một bản tham chiếu gồm nhiều tài liệu, có thể phân biệt các tài liệu tham chiếu với nhau

^b Trong tiêu chuẩn này, không có các lựa chọn có liên quan tới các tiêu chuẩn EPB khác. Giữ nguyên bảng để duy trì tính đồng nhất giữa tất cả các tiêu chuẩn EPB

A.3 Lựa chọn các phương pháp

Trong tiêu chuẩn này, không cần thiết phải quy định các lựa chọn trong các phương pháp. Giữa nguyên A.3 để duy trì tính đồng nhất giữa tất cả các tiêu chuẩn EPB.

A.4 Dữ liệu đầu vào và lựa chọn**Bảng A.2 – Giới hạn về đơn giản hóa của mô hình hình học (xem 7.3.1)**

Hạng mục	Giới hạn
Giới hạn về đơn giản hóa của mô hình hình học	Cung cấp danh mục các giới hạn

Bảng A.3 – Giá trị hệ số dẫn nhiệt mặc định (xem 8.2)

Vật liệu ^a	Hệ số dẫn nhiệt λ W/(m.K)

^a Có thể bớt hoặc thêm hàng và vật liệu có thể được xác định rõ hơn hoặc gộp lại thành nhóm

Bảng A.4 – Cơ sở tính toán cho vị trí tiếp nối tường/sàn (xem 12.4.1)

Hạng mục	Lựa chọn
Phương án A hoặc B được xác định trong 12.4	A hoặc B

Bảng A.5 – Yêu cầu đánh giá sai số tối đa của phương pháp số (xem 14.2.5)

Hạng mục	Lựa chọn
Sai số tối đa về phương pháp số?	Có/Không
Nếu có, nêu rõ giá trị tối đa của sai số%

Phụ lục B
(Tham khảo)

Bảng dữ liệu đầu vào và lựa chọn phương pháp – Các lựa chọn mặc định

B.1 Tổng quát

Bản mẫu trong Phụ lục A của tiêu chuẩn này được sử dụng để quy định lựa chọn các phương pháp, dữ liệu đầu vào cần thiết và tham chiếu đến các tài liệu khác.

CHÚ THÍCH 1: Việc tuân theo bản mẫu này là chưa đủ để bảo đảm tính nhất quán của dữ liệu.

CHÚ THÍCH 2: Các lựa chọn mặc định tham khảo ở trong Phụ lục B. Các giá trị và lựa chọn thay thế có thể tuân thủ theo các quy định quốc gia/ vùng. Nếu không chấp nhận các lựa chọn và giá trị mặc định trong Phụ lục B do bởi các quy định quốc gia / vùng, các chính sách hoặc truyền thống quốc gia thì có thể kỳ vọng rằng:

- Các cơ quan quốc gia hoặc vùng có thẩm quyền soạn thảo các bảng dữ liệu với các lựa chọn và giá trị quốc gia hoặc vùng phù hợp với bản mẫu trong Phụ lục A hoặc
- Theo mặc định, cơ quan tiêu chuẩn quốc gia sẽ bổ sung hoặc gộp phụ lục quốc gia (Phụ lục NA) vào tiêu chuẩn này phù hợp với bản mẫu trong Phụ lục A để đưa ra các lựa chọn và giá trị quốc gia hoặc vùng phù hợp với các văn bản quy phạm pháp luật.

CHÚ THÍCH 3: Bản mẫu trong Phụ lục A có thể áp dụng cho các ứng dụng khác nhau (ví dụ: Thiết kế tòa nhà mới, chứng nhận tòa nhà mới, cải tạo một tòa nhà hiện hữu, và chứng nhận một tòa nhà hiện hữu) và cho các loại tòa nhà khác nhau (ví dụ: Tòa nhà nhỏ hoặc đơn giản và tòa nhà lớn hoặc tòa nhà tổ hợp). Có thể phân biệt các giá trị và các lựa chọn cho các ứng dụng khác nhau hoặc các loại tòa bằng cách:

- Bổ sung thêm cột hoặc hàng (một cột hoặc hàng đối với mỗi một ứng dụng), nếu bản mẫu cho phép;
- Gộp nhiều phiên bản của một bảng (một phiên bản đối với mỗi một ứng dụng), đánh số liên tiếp theo a, b, c,... Ví dụ: Bảng NA. 3a, Bảng NA. 3b;
- Xây dựng các bảng dữ liệu quốc gia/ vùng khác nhau cho cùng một tiêu chuẩn. Trong trường hợp tiêu chuẩn có phụ lục quốc gia thì sẽ được đánh số liên tiếp (Phụ lục NA, Phụ lục NB, Phụ lục NC,...).

CHÚ THÍCH 4: Trong phần giới thiệu của bảng dữ liệu quốc gia/vùng có thể bổ sung thông tin, ví dụ về các quy định quốc gia/ vùng được áp dụng.

CHÚ THÍCH 5: Để đảm bảo người dùng có được các giá trị đầu vào nhất định, bảng dữ liệu tuân theo bản mẫu trong Phụ lục A có thể tham chiếu các quy trình quốc gia đánh giá dữ liệu đầu vào cần thiết. Ví dụ: Tham chiếu văn bản báo cáo đánh giá quốc gia bao gồm sơ đồ cây ra quyết định, các bảng và các tính toán trước.

Những ô bôi đậm trong bảng là phần của bản mẫu và do đó không nhập dữ liệu vào phần này.

B.2 Bản tham chiếu

Bản tham chiếu được định danh bằng các mã số mô đun nêu trong Bảng B.1.

Bảng B.1 – Bản tham chiếu

Bản tham chiếu	Tài liệu tham chiếu ^a	
	Số	Tên
Mx-y ^b

^a Nếu một bản tham chiếu gồm nhiều tài liệu, có thể phân biệt các tài liệu tham chiếu với nhau.

^b Nếu trong tiêu chuẩn này, không có các lựa chọn có liên quan tới các tiêu chuẩn EPB khác. Giữ nguyên bảng để duy trì tính đồng nhất giữa tất cả các tiêu chuẩn EPB.

B.3 Lựa chọn các phương pháp

Trong tiêu chuẩn này, không cần thiết phải quy định các lựa chọn trong các phương pháp. Giữ nguyên B.3 để duy trì tính đồng nhất giữa tất cả các tiêu chuẩn EPB.

B.4 Dữ liệu đầu vào và lựa chọn**Bảng B.2 – Giới hạn về đơn giản hóa của mô hình hình học (xem 7.3.1)**

Hạng mục	Giới hạn
Giới hạn về đơn giản hóa của mô hình hình học	Như trong 7.3

Bảng B.3 – Giá trị hệ số dẫn nhiệt mặc định (xem 8.2)

Vật liệu ^a	Hệ số dẫn nhiệt λ W/(m.K)
Vật liệu với tính chất nêu trong tiêu chuẩn sản phẩm ISO hoặc EN hoặc được liệt kê trong ISO 10456	Giá trị lấy theo tiêu chuẩn sản phẩm nếu có, còn không thì lấy từ ISO 10456
^a Có thể bớt hoặc thêm hàng và các vật liệu có thể được xác định rõ hơn hoặc gộp lại thành nhóm.	

Bảng B.4 – Cơ sở tính toán cho vị trí tiếp nối tường/sàn (xem 12.4.1)

Hạng mục	Lựa chọn
Phương án A hoặc B được xác định trong 12.4	B

Bảng B.5 – Yêu cầu đánh giá sai số tối đa của phương pháp số (xem 14.2.5)

Hạng mục	Lựa chọn
Sai số tối đa về phương pháp số?	Không
Nếu có, nêu rõ giá trị tối đa của sai số	~

Phụ lục C

(Quy định)

Xác thực phương pháp tính

C.1 Trường hợp kiểm thử tham chiếu

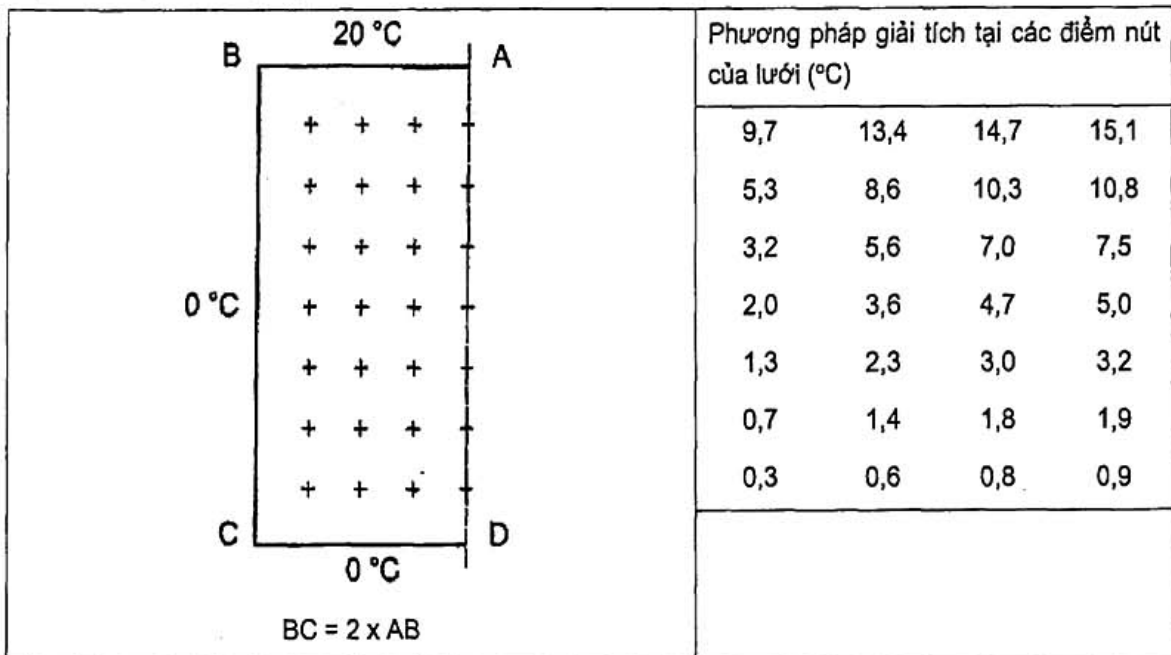
C.1.1 Tổng quát

Đề được xếp loại là một phương pháp ba chiều ở trạng thái ổn định với độ chính xác cao, một phương pháp tính sẽ cho các kết quả tương ứng với các kết quả của các trường hợp kiểm thử tham chiếu 1, 2, 3 và 4, được trình bày riêng rẽ trên Hình C.1, C.2, C.3 và C.4.

Đề được xếp loại là một phương pháp hai chiều ở trạng thái ổn định với độ chính xác cao, một phương pháp tính sẽ cho ra các kết quả tương ứng với các kết quả của các trường hợp kiểm thử tham chiếu 1 và 2 được trình bày riêng rẽ trên Hình C.1, C.2.

C.1.2 Trường hợp 1

Truyền nhiệt qua nửa một cột hình vuông, với các nhiệt độ bề mặt đã biết, có thể được tính bằng phương pháp giải tích như được thể hiện trên Hình C.1. Phương pháp giải tích tại 28 điểm của một lưới cách đều nhau được đưa ra trên cùng một hình. Chênh lệch giữa các nhiệt độ được tính bằng phương pháp được xác thực và nhiệt độ được liệt kê sẽ không được vượt quá 0,1 °C.

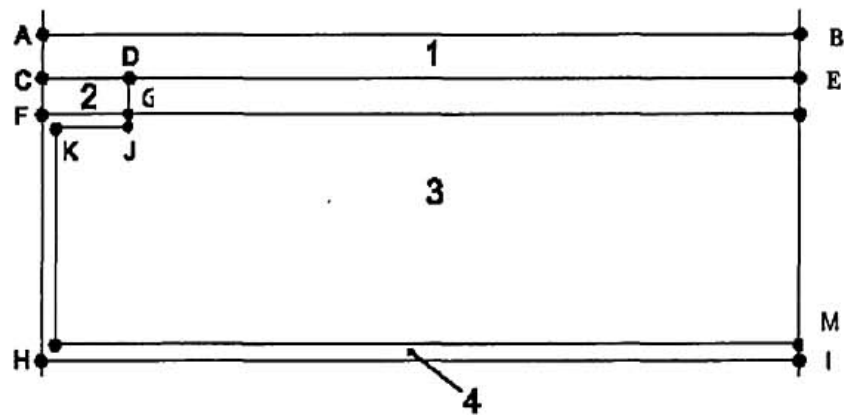


Hình C.1 – Trường hợp kiểm thử tham chiếu 1: So sánh với phương pháp giải tích

C.1.3 Trường hợp 2

C.1.3.1 Mô tả mô hình cho trường hợp 2

Một ví dụ về mô hình truyền nhiệt hai chiều được thể hiện trên Hình C.2, nêu trong Bảng C.1 và Bảng C.2.



CHÚ DẪN:

1 Bê tông

2 Gỗ

3 Lớp cách nhiệt

4 Lớp nhôm

Hình C.2 – Trường hợp kiểm thử tham chiếu 2: Truyền nhiệt hai chiều

Bảng C.1 – Mô tả mô hình cho trường hợp 2

Kích thước mm	Hệ số dẫn nhiệt W/(m.K)	Các điều kiện biên
AB = 500	1: 1,15	AB: 0 °C với $R_{se} = 0,06 \text{ m}^2.\text{KW}$
AC = 6	2: 0,12	HI: 20 °C với $R_{si} = 0,11 \text{ m}^2.\text{KW}$
CD = 15	3: 0,029	-
CF = 5	4: 230	-
EM = 40	-	-
GJ = 1,5	-	-
IM = 1,5	-	-
FG-KJ = 1,5	-	-

C.1.3.2 Phương pháp số cho trường hợp 2

Bảng C.2 – Kết quả nhiệt độ cho trường hợp 2

Nhiệt độ °C		
A: 7,1		B: 0,8
C: 7,9	D: 6,3	E: 0,8
F: 16,4	G: 16,3	
H: 16,8		I: 18,3
Tổng lưu lượng dòng nhiệt: 9,5 W/m		

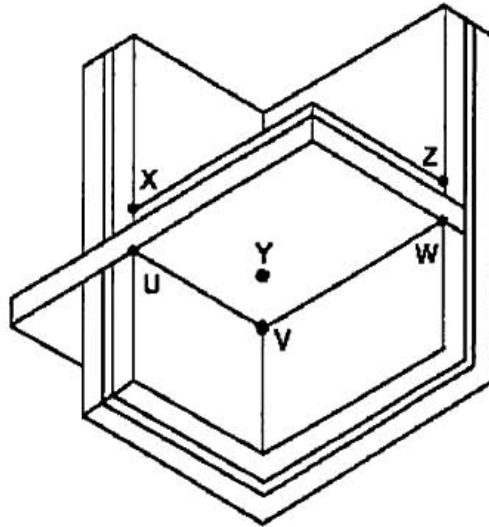
TCVN 13102:2020

Chênh lệch giữa nhiệt độ được tính bằng phương pháp xác thực và nhiệt độ liệt kê sẽ không được vượt quá 0,1 °C. Chênh lệch giữa dòng nhiệt được tính bằng phương pháp được xác thực và dòng nhiệt được liệt kê sẽ không được vượt quá 0,1 W/m.

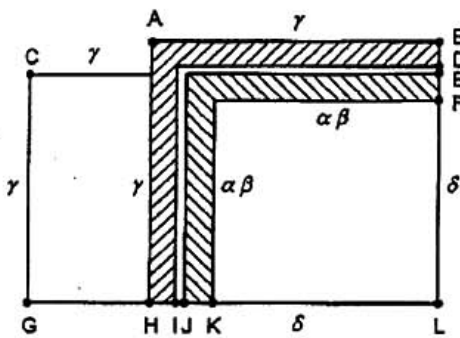
C.1.4 Trường hợp 3

C.1.4.1 Mô tả mô hình cho trường hợp 3

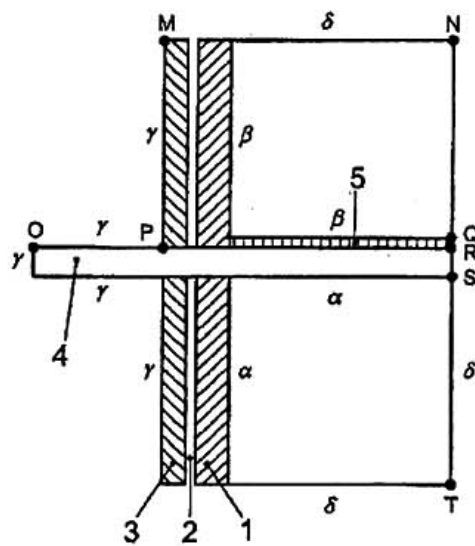
Một ví dụ về mô hình truyền nhiệt ba chiều được thể hiện trên Hình C.3, nêu trong các Bảng C.3, Bảng C.4 và Bảng C.5.



a) Hình chiếu phối cảnh



b) Mặt cắt theo phương nằm ngang



c) Mặt cắt theo theo phương thẳng đứng

CHÚ DẪN:

Y và V là các góc ba chiều

Hình C.3 – Trường hợp kiểm thử tham chiếu 3: Mô hình hình học ba chiều

Bảng C.3 – Mô tả mô hình cho trường hợp 3

Kích thước mm	Hệ số dẫn nhiệt W/(m.K)	Các điều kiện biên
AB = 1300	1: 0,7	α : 20 °C với $R_{st} = 0,20 \text{ m}^2.\text{K/W}$
BD = HI = 100	2: 0,04	β : 15 °C với $R_{st} = 0,20 \text{ m}^2.\text{K/W}$
DE = IJ = 50	3: 1,0	γ : 0 °C với $R_{se} = 0,05 \text{ m}^2.\text{K/W}$
EF = JK = 150	4: 2,5	δ : đoạn nhiệt
FL = KL = 1000	5: 1,0	
CG = 1150		
GH = 600		
MP = ST = 1000		
QR = 50		
RS = 150		
NQ = 950		
OP = 600		

C.1.4.2 Phương pháp số cho trường hợp 3: Hệ số nhiệt độ bề mặt

Bảng C.4 – Kết quả nhiệt độ cho trường hợp 3

Môi trường	Hệ số nhiệt độ		
	g_γ	g_α	g_β
γ	1,000	0,000	0,000
α	0,378	0,399	0,223
β	0,331	0,214	0,455

Nhiệt độ bề mặt thấp nhất trong các môi trường α và β là ở các góc của cả hai môi trường bên trong nhà:

$$\theta_{min} = g_\gamma \cdot \theta_\gamma + g_\alpha \cdot \theta_\alpha + g_\beta \cdot \theta_\beta \quad (\text{C.1})$$

$$\theta_{\alpha,min} = 0,378 \times 0 + 0,223 \times 15 + 0,399 \times 20 = 11,32 \text{ °C} \quad (\text{C.2})$$

$$\theta_{\beta,min} = 0,331 \times 0 + 0,455 \times 15 + 0,214 \times 20 = 11,11 \text{ °C} \quad (\text{C.3})$$

Chênh lệch giữa nhiệt độ bề mặt trong thấp nhất của cả hai môi trường được tính theo phương pháp được xác thực và nhiệt độ liệt kê sẽ không được vượt quá 0,1 °C.

C.1.4.3 Phương pháp số cho trường hợp 3: Các dòng nhiệt

Bảng C.5 – Hệ số cặp nối nhiệt cho trường hợp 3

Môi trường	Hệ số cặp nối nhiệt W/K		
	γ	α	β
γ	–	1,781	1,624
α	1,781	–	2,094
β	1,624	2,094	–

Dòng nhiệt giữa các cặp của các môi trường được tính như sau:

– cho β và γ :

$$\Phi_{\beta,\gamma} = L_{\beta,\gamma} \cdot \Delta\theta_{\beta,\gamma} = 1,624 \times (15 - 0) = 24,36 \text{ W} \quad (\text{C.4})$$

– cho β và α :

$$\Phi_{\beta,\alpha} = L_{\beta,\alpha} \cdot \Delta\theta_{\beta,\alpha} = 2,094 \times (15 - 20) = -10,47 \text{ W} \quad (\text{C.5})$$

– cho α và γ :

$$\Phi_{\alpha,\gamma} = L_{\alpha,\gamma} \cdot \Delta\theta_{\alpha,\gamma} = 1,781 \times (20 - 0) = 35,62 \text{ W} \quad (\text{C.6})$$

Dòng nhiệt đi từ môi trường bên trong ra môi trường bên ngoài được tính như sau:

$$\Phi_{\beta,\gamma} + \Phi_{\alpha,\gamma} = 24,36 + 35,62 = 59,98 \text{ W} \quad (\text{C.7})$$

Cân bằng dòng nhiệt cho các môi trường β và α được tính như sau:

$$\Phi_{\beta,\gamma} + \Phi_{\beta,\alpha} = 24,36 - 10,47 = 13,89 \text{ W} \quad (\text{C.8})$$

$$\Phi_{\alpha,\gamma} + \Phi_{\alpha,\beta} = 35,62 + 10,47 = 46,09 \text{ W} \quad (\text{C.9})$$

Chênh lệch giữa các dòng nhiệt tính toán theo phương pháp được xác thực và các dòng nhiệt liệt kê sẽ không được vượt quá 1 %.

C.1.5 Trường hợp 4

Trường hợp 4 là một cầu nhiệt ba chiều bao gồm một thanh sắt xuyên vào một lớp cách nhiệt trên Hình C.4 và nêu trong các Bảng C.6 và C.7.

Chênh lệch giữa nhiệt độ bề mặt cao nhất bên mặt ngoài khi tính theo phương pháp xác thực và nhiệt độ liệt kê sẽ không được vượt quá 0,005 °C. Chênh lệch giữa dòng nhiệt tính toán theo phương pháp được xác thực và dòng nhiệt liệt kê sẽ không được vượt quá 1 %.

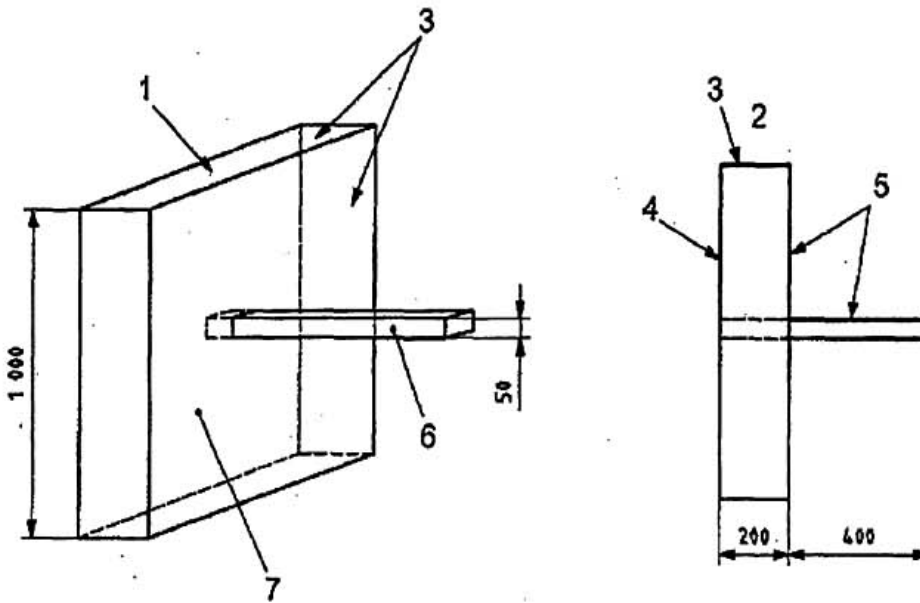
Bảng C.6 – Mô tả mô hình cho trường hợp 4

Kích thước mm	Hệ số dẫn nhiệt W/(m.K)	Các điều kiện biên
Lớp cách nhiệt: 1000 x 1000 x 200	Lớp cách nhiệt: 0,1	Bên trong: 1 °C với $R_{st} = 0,10 \text{ m}^2.\text{KW}$
Thanh sắt: 600 x 100 x 50	Thanh sắt: 50	Bên ngoài: 0 °C với $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2.\text{KW}$
		Các mặt cắt phân chia: Đoạn nhiệt

Bảng C.7 – Phương pháp số cho trường hợp 4

Dòng nhiệt	0,540 W
Nhiệt độ bề mặt cao nhất trên mặt ngoài	0,805 °C

Kích thước tính bằng millimét



CHÚ DẪN:

- 1 Mặt trên cùng
- 2 Nhìn từ trên xuống
- 3 Mặt cắt phân chia đoạn nhiệt
- 4 Bề mặt ngoài
- 5 Bề mặt trong
- 6 Thanh sắt
- 7 Lớp cách nhiệt

Hình C.4 – Trường hợp kiểm thử cho trường hợp 4: Thanh sắt xuyên vào một lớp cách nhiệt

C.2 Xem xét và các yêu cầu chung đối với xác thực các phương pháp tính

Phương pháp tính với độ chính xác cao thường được biết đến là các phương pháp số (ví dụ: Phương pháp phần tử hữu hạn, phương pháp sai phân hữu hạn, phương pháp cân bằng nhiệt). Các phương pháp số này yêu cầu phân chia nhỏ đối tượng đang xem xét. Phương pháp là một bộ quy tắc để lập hệ phương trình mà số lượng các phương trình tỉ lệ với số phần tử phân chia. Hệ phương trình này được giải sử dụng một phương pháp giải trực tiếp hoặc một phương pháp lặp. Nghiệm của hệ phương trình thường là các nhiệt độ tại các điểm riêng từ đó có thể suy ra (bằng phép nội suy) nhiệt độ tại bất kỳ điểm nào của đối tượng đang xem xét; Các dòng nhiệt truyền qua các bề mặt riêng cũng có thể được suy ra.

Phương pháp số được xác thực sẽ phải đáp ứng các yêu cầu được liệt kê dưới đây.

- a) Phương pháp sẽ cung cấp các nhiệt độ và dòng nhiệt.

TCVN 13102:2020

- b) Quy mô phân chia nhỏ của đối tượng (nghĩa là số các ô, các điểm nút) không phải là được xác định theo phương pháp mà được xác định bởi người tính toán, mặc dù trong thực tiễn mức độ phân chia nhỏ là được giới hạn theo máy. Vì thế trong các trường hợp kiểm thử tham chiếu, phương pháp được xác thực sẽ có thể tính các nhiệt độ và các dòng nhiệt tại các vị trí khác so với các vị trí được liệt kê.
- c) Đối với trường hợp số phần tử được chia tăng lên, kết quả lời giải của phương pháp được xác thực sẽ hội tụ với kết quả lời giải của phương pháp giải tích nếu tồn tại một lời giải như vậy (ví dụ: Trường hợp kiểm thử tham chiếu 1).
- CHÚ THÍCH: Đối với trường hợp số phần tử được chia tăng lên, kết quả lời giải hội tụ. Số lượng phần tử phân chia yêu cầu để đạt được độ chính xác cao phụ thuộc vào vấn đề được xem xét và phương pháp giải. Sai số được dự kiến lấy theo dạng $\alpha/N^{\beta/3}$ trong đó α và β là các hằng số cho một vấn đề được đưa ra và N là tổng số các điểm nút của mô hình
- d) Số lượng các phần tử phân chia nhỏ sẽ được xác định như sau: Tổng của các giá trị tuyệt đối của tất cả các dòng nhiệt đi vào đối tượng được tính 2 lần cho π điểm nút (hoặc ô) và cho 2π điểm nút (hoặc ô). Chênh lệch giữa hai kết quả này sẽ không được vượt quá 1 %. Nếu không, cần chia nhỏ tiếp cho đến khi thỏa mãn được tiêu chí này.
- e) Nếu phương pháp giải là phương pháp lặp, phép lặp sẽ được tiếp tục cho đến khi tổng của tất cả các dòng nhiệt (dương và âm) đi vào đối tượng chia cho một nửa của tổng của các giá trị tuyệt đối của tất cả các dòng nhiệt này, phải nhỏ hơn 0,0001.

Phụ lục D

(Quy định)

Ví dụ xác định các hệ số truyền nhiệt tuyến tính và truyền nhiệt điểm**D.1 Tổng quát**

Phụ lục này cho biết hai cách bố trí điển hình của các bộ phận tòa nhà:

- Trường hợp 1: với hai môi trường riêng biệt;
- Trường hợp 2: với ba môi trường riêng biệt.

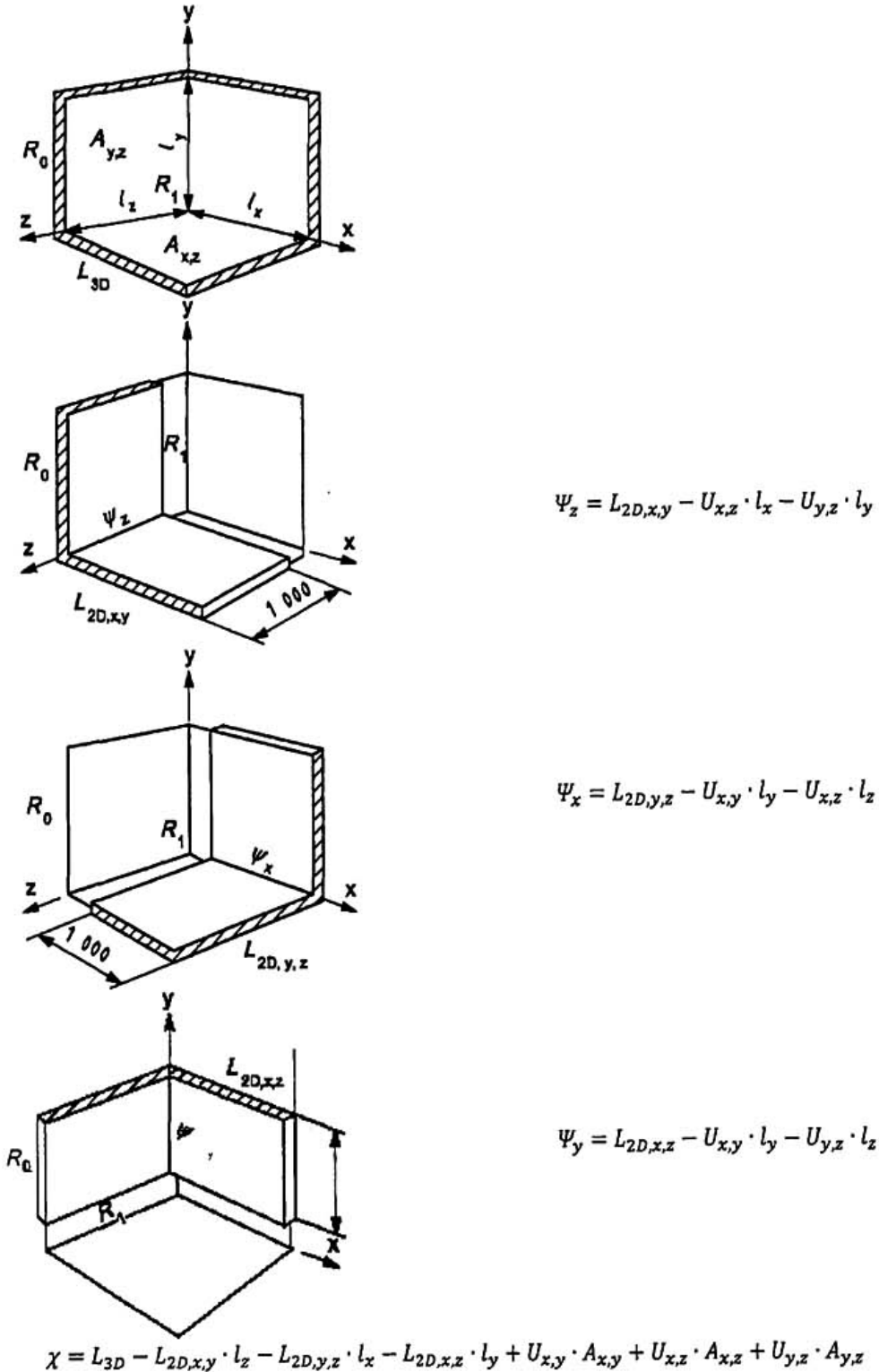
Đối với mỗi một trường hợp thì có các phương trình riêng được sử dụng để xác định các giá trị ψ và χ . Hình D.1 và Hình D.2 minh họa chiều dài của các kích thước bên trong. Nếu các kích thước bên ngoài được sử dụng thì áp dụng cùng một công thức với chiều dài được đo đến các bề mặt ngoài của các bộ phận.

D.2 Trường hợp 1

Một bộ phận tòa nhà 3-D phân chia hai môi trường, R_1 và R_0 . Sử dụng các công thức thể hiện trên Hình D.1 để tính các giá trị ψ và χ .

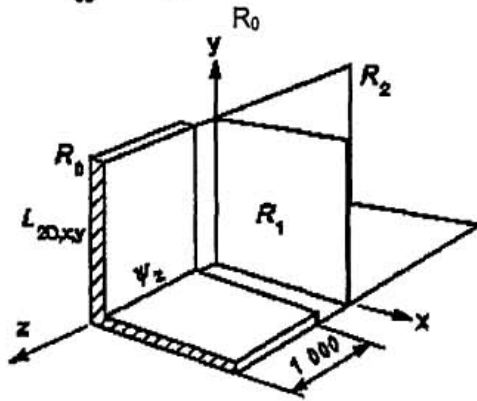
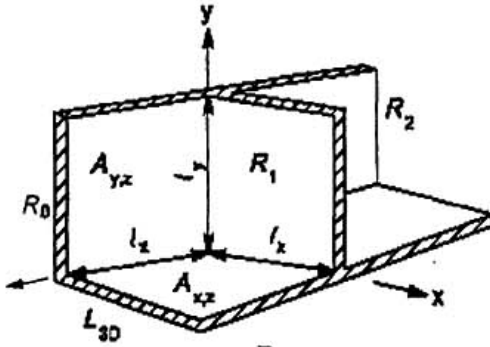
D.3 Trường hợp 2

Một bộ phận tòa nhà 3-D phân chia ba môi trường. Xem xét hai môi trường R_1 và R_0 . Sử dụng các công thức thể hiện trên Hình D.2 để tính các giá trị ψ và χ .

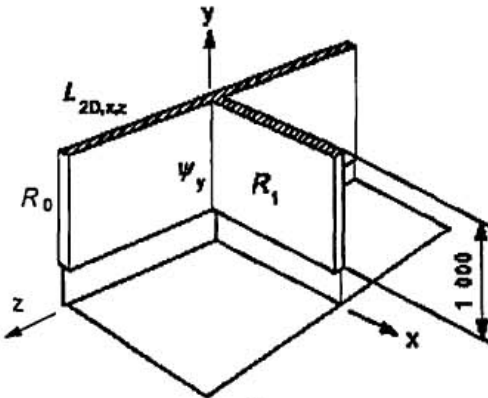


CHÚ DẪN: Giải thích cho các ký hiệu, xem 3.2

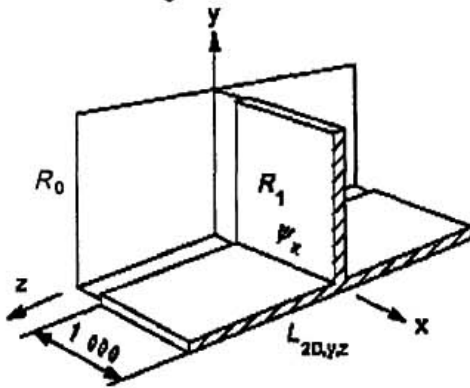
Hình D.1 – Trường hợp 1: Bộ phận tòa nhà 3-D phân chia hai môi trường



$$\psi_z = L_{2D,xy} - U_{x,z} \cdot l_x - U_{y,z} \cdot l_y$$



$$\psi_y = L_{2D,xz} - U_{y,z} \cdot l_z$$



$$\psi_x = L_{2D,yz} - U_{x,z} \cdot l_z$$

$$\chi = L_{3D} - L_{2D,xy} \cdot l_z - L_{2D,yz} \cdot l_x - L_{2D,xz} \cdot l_y + U_{y,z} \cdot A_{yz} + U_{x,z} \cdot A_{x,z} + U_{x,y} \cdot A_{x,y}$$

CHÚ DẪN: Giải thích cho các ký hiệu, xem 3.2

Hình D.2 – Trường hợp 2: Bộ phận tòa nhà 3-D phân chia ba môi trường

Phụ lục E

(Quy định)

**Xác định giá trị của hệ số cặp nối nhiệt và hệ số trọng số nhiệt độ
cho nhiều hơn hai nhiệt độ ranh giới**

E.1 Xác định hệ số cặp nối nhiệt, L

Đối với một mô hình có n nhiệt độ ranh giới thì có nhiều nhất $n(n - 1)/2$ hệ số cặp nối nhiệt riêng biệt.

Hệ số được suy ra thông qua các tính toán bằng việc ấn định các nhiệt độ ranh giới tới mỗi một môi trường như được thể hiện trên Hình E.1. Tổng số các tính toán cần thiết bằng số môi trường liên kết trực tiếp với nhau trong thực tế có thể nhỏ hơn $n(n - 1)/2$. Kết quả của mỗi tính toán là một tổng của các giá trị L cho một hệ phương trình đồng thời, sau đó được giải để thu được các hệ số cặp nối nhiệt riêng.

CHÚ THÍCH: Các mức chênh lệch nhiệt độ 1 K trong Bảng E.1 minh họa sơ đồ tính toán. Bất cứ giá trị thích hợp nào khác không đều có thể dùng cho việc tính toán thực tế. Kiến nghị nên đánh giá các tính chất phụ thuộc nhiệt độ có xét đến các nhiệt độ bên trong và bên ngoài dự kiến trong thực tế.

Bảng E.1 – Sơ đồ tính giá trị L trong trường hợp có n nhiệt độ ranh giới

Số các tính toán	Nhiệt độ ranh giới °C				Kết quả tính toán
	θ_1	θ_2	θ_i	θ_n	
1	1	0	0	0	$\sum_{k=1} L_{1,k}$
2	0	1	0	0	$\sum_{k=2} L_{2,k}$
i	0	0	1	0	$\sum_{k=i} L_{i,k}$
n	0	0	0	1	$\sum_{k=n} L_{n,k}$
$n + 1$	1	1	0	0	$\sum_{k=1,2} L_{1,k} + \sum_{k=1,2} L_{2,k}$
$n + 2$	1	0	1	0	$\sum_{k=1,i} L_{1,k} + \sum_{k=1,i} L_{i,k}$

E.2 Báo cáo kết quả hệ số cặp nối nhiệt, L

Trong trường hợp các cầu nhiệt, chỉ có các hệ số cặp nối nhiệt, $L_{i,j}$, cho mỗi một cặp của các môi trường có liên kết về nhiệt với bộ phận tòa nhà đang xem xét được quan tâm. Điều này giúp làm giảm số các môi trường cần phải xét đến trong tính toán.

Hệ số cặp nối nhiệt, $L_{i,j}$, nên được trình bày theo mẫu Bảng E.2. Đối với hai môi trường bất kỳ mà không có liên kết về nhiệt với nhau thì nên đưa ra trong báo cáo là L có giá trị bằng 0.

CHÚ THÍCH 1: Có nhiều hơn ba môi trường là điều hiếm gặp.

Bảng E.2 – Sơ đồ trình bày giá trị L cho n nhiệt độ ranh giới

Số môi trường	1	2	i	n
1	–	$L_{1,2}$	$L_{1,i}$	$L_{1,n}$
2	$L_{2,1}$	–	$L_{2,i}$	$L_{2,n}$
i	$L_{i,1}$	$L_{i,2}$	–	$L_{i,n}$
n	$L_{n,1}$	$L_{n,2}$	$L_{n,i}$	–

CHÚ THÍCH 2: Sơ đồ đối xứng với $L_{i,j} = L_{j,i}$

Bộ các giá trị R_{st} sử dụng trong tính toán các giá trị L nên đưa vào báo cáo cùng với một bản vẽ cho biết diện tích bề mặt trong tương ứng với mỗi giá trị R_{st} .

E.3 Xác định hệ số trọng số nhiệt độ, g

Đối với một mô hình có n nhiệt độ ranh giới, có thể tính các hệ số trọng số bằng cách lặp lại $(n - 1)$ lần phép tính nhiệt độ tại điểm đã chọn; Trong mỗi một phép tính liên tiếp, mỗi nhiệt độ ranh giới được lấy bằng 0 ngoại trừ một nhiệt độ ranh giới lấy giá trị 1 °C như được nêu trong Bảng E.3.

Bảng E.3 – Sơ đồ tính giá trị g trong trường hợp có n nhiệt độ ranh giới

Số các tính toán	Nhiệt độ ranh giới °C				Các hệ số trọng số
	θ_1	θ_2	θ_i	θ_n	
1	1	0	0	0	g_1
2	0	1	0	0	g_2
i	0	0	1	0	g_i
$n - 1$	0	0	0	1	g_{n-1}

Sau $(n - 1)$ phép tính toán, g_n lấy theo công thức (31).

E.4 Báo cáo kết quả hệ số trọng số nhiệt độ, g

Các hệ số trọng số nhiệt độ của các điểm có nhiệt độ thấp nhất cho một bộ phận tòa nhà với n môi trường cần phải xem xét nên được trình bày theo Bảng E.4.

Số môi trường	1	2	i	n
1	$g_{1,1}$	$g_{1,2}$	$g_{1,i}$	$g_{1,n}$
2	$g_{2,1}$	$g_{2,2}$	$g_{2,i}$	$g_{2,n}$
i	$g_{i,1}$	$g_{i,2}$	$g_{i,i}$	$g_{i,n}$
n	$g_{n,1}$	$g_{n,2}$	$g_{n,i}$	$g_{n,n}$

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp có ba môi trường nhiệt khác nhau, thường quan tâm đến nhiệt độ bề mặt tối thiểu trong hai phòng. Điều này có nghĩa rằng sơ đồ trong Bảng E.3 được áp dụng hai lần với tổng cộng bốn lần tính để suy ra các giá trị cho Bảng E.4.

Bộ các giá trị R_{st} sử dụng trong tính toán các giá trị g nên đưa vào trong báo cáo cùng với một bản vẽ cho biết diện tích bề mặt trong tương ứng với mỗi giá trị R_{st} .

E.5 Ví dụ

E.5.1 Tính toán mô hình hình học

Ví dụ minh họa một tính toán 2-D cho một sàn treo. Có ba nhiệt độ ranh giới: Môi trường bên trong, θ_i , môi trường bên ngoài, θ_e và không gian dưới sàn, θ_u (xem hình E.1).

Nhiệt độ trong không gian dưới sàn phụ thuộc vào các nhiệt độ bên trong và bên ngoài cũng như các tính chất nhiệt của kết cấu xây dựng. Bởi sau đây nó được ưu tiên xác định.

Hệ số cặp nối nhiệt bao gồm:

- L_{ie} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa môi trường bên trong và bên ngoài;
- L_{iu} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa môi trường bên trong và không gian dưới sàn;
- L_{ue} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa không gian dưới sàn và môi trường bên ngoài.

CHÚ THÍCH 1: L_{ue} bao gồm dòng nhiệt truyền qua nền đất. Đối với các kích thước của đất nền, xem 7.2.4.

Không gian dưới sàn được thông gió từ bên ngoài. Nếu không bao gồm thông gió trong mô hình số thì chia L_{ue} thành hai phần:

$$L_{ue} = L_{ue,c} + L_{ue,ve} \quad (\text{E.1})$$

trong đó:

$L_{ue,c}$ là hệ số cặp nối nhiệt đối với dẫn nhiệt qua các tường của không gian dưới sàn và qua nền đất;

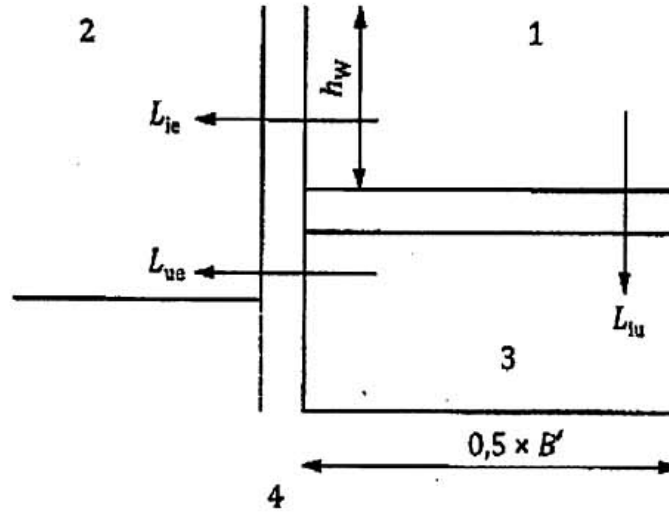
$L_{ue,ve}$ là truyền nhiệt do trao đổi khí giữa môi trường dưới sàn và môi trường bên ngoài.

CHÚ THÍCH 2: Các khoang không khí không được thông gió bất kỳ được bao gồm bên trong mô hình số (sử dụng một hệ số dẫn nhiệt tương đương).

Hệ số cặp nối nhiệt riêng biệt được tính theo sơ đồ nêu trong E.1. Cùng một mô hình hình học được tính toán ba lần với các điều kiện biên khác nhau được nêu trong Bảng E.5. Φ là tổng dòng nhiệt. Có hai khả năng được mô tả dưới đây:

a) Tính toán mô hình hóa không xét đến trao đổi không khí. Phần mềm chỉ tính cho dẫn nhiệt và thông gió được xem xét riêng biệt.

b) Tính toán mô hình hóa xét đến cả trao đổi không khí. Phần mềm tính riêng thông gió của không gian dưới sàn với một lưu lượng được cài đặt phù hợp cho việc bố trí thông gió (xem ISO 13370). Trong trường hợp này không cần thiết phải xem xét các thành phần truyền nhiệt và thông gió của giá trị L_{ue} một cách riêng biệt.



CHÚ DẪN:

1 Môi trường bên trong, θ_i 2 Môi trường bên ngoài, θ_e 3 Không gian dưới sàn, θ_u

4 Nền đất

 B' Kích thước đặc trưng của sàn h_w Khoảng cách tối thiểu từ phần tiếp nối đến mặt cắt phân chia L_{ie} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa các môi trường bên trong và bên ngoài; L_{tu} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa môi trường bên trong và không gian dưới sàn; L_{ue} : Hệ số cặp nối nhiệt giữa không gian dưới sàn và môi trường bên ngoài.

Hình E.1 – Sơ đồ sàn treo

Bảng E.5 – Điều kiện mô hình hóa

Số các tính toán	θ_{int} °C	θ_e °C	θ_u °C	Các kết quả tính toán	
				Nếu tính toán mô hình hóa không xét đến trao đổi không khí	Nếu tính toán mô hình hóa xét đến cả trao đổi không khí
1	1	0	0	$L_1 = L_{ie} + L_{tu}$	$L_1 = L_{ie} + L_{tu}$
2	0	1	0	$L_2 = L_{ie} + L_{ue,c}$	$L_2 = L_{ie} + L_{ue}$
3	0	0	1	$L_3 = L_{tu} + L_{ue,c}$	$L_3 = L_{tu} + L_{ue}$

Từ các kết quả theo các tính toán mô hình hóa thu được các hệ số cặp nối nhiệt quan tâm bằng cách giải đồng thời các phương trình, dẫn đến:

TCVN 13102:2020

$$L_{iu} = 0,5 \times (L_1 - L_2 + L_3) \quad (\text{E.2})$$

$$L_{ie} = 0,5 \times (L_1 + L_2 - L_3) \quad (\text{E.3})$$

$$L_{ue,c} = 0,5 \times (L_2 + L_3 - L_1), \text{ nếu mô hình hóa không bao gồm trao đổi không khí} \quad (\text{E.4})$$

$$L_{ue} = 0,5 \times (L_2 + L_3 - L_1), \text{ nếu mô hình bao gồm cả trao đổi không khí} \quad (\text{E.5})$$

E.5.2 Mô hình không bao gồm thông gió trao đổi không khí

Nếu thông gió trao đổi không khí giữa không gian dưới sàn và bên ngoài không bao gồm trong mô hình, số hạng thông gió $L_{ue,ve}$ được tính theo công thức (E.6):

$$L_{ue,ve} = \rho \cdot c_p \cdot \dot{V} \quad (\text{E.6})$$

trong đó:

ρ là khối lượng riêng của không khí;

c_p là nhiệt dung riêng của không khí ở áp suất không đổi;

\dot{V} là lưu lượng thể tích trên chiều dài chu vi (xem ISO 13370).

Vậy thì thu được L_{ue} theo công thức (E.1).

Tổng dòng nhiệt truyền bên trong ra bên ngoài được tính theo công thức (E.7):

$$\Phi = L_{iu} \cdot (\theta_{int} - \theta_u) + L_{ie} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (\text{E.7})$$

dẫn đến công thức (E.8)

$$\Phi = \left(\frac{L_{iu}L_{ue}}{L_{iu}+L_{ue}} + L_{ie} \right) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (\text{E.8})$$

Một cách tổng quát,

$$\Phi = L_{2D} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (\text{E.9})$$

trong đó L_{2D} là hệ số cặp nối nhiệt từ bên trong ra bên ngoài, vì vậy:

$$L_{2D} = \left(\frac{L_{iu}L_{ue}}{L_{iu}+L_{ue}} + L_{ie} \right) \quad (\text{E.10})$$

Hệ số truyền nhiệt tuyến tính cho vị trí tiếp nối tường/ sàn được tính phù hợp với 12.4:

$$\Psi_g = L_{2D} - h_w \cdot U_w - 0,5 \times BU \quad (\text{E.11})$$

E.5.3 Mô hình bao gồm thông gió trao đổi không khí

Trong trường hợp này không ấn định θ_u . Tính toán theo phương pháp số được thực hiện một lần với các nhiệt độ ranh giới θ_{int} và θ_e cho biết giá trị L_{2D} và tính Ψ_g theo công thức (E.11).

CHÚ THÍCH: Điều này có thể cho một kết quả sai khác không đáng kể khi không gian dưới sàn được mô hình hóa như một khối đặc với hệ số dẫn nhiệt tương đương thay thế cho một điểm nút đơn.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 14683, *Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values*
 - [2] ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 2: Numerical method for frames*
 - [3] ISO/TR 52000-2, *Energy performance of buildings – Overarching EPB assessment – Part 2: Explanation and justification of ISO 52000-1*
 - [4] ISO/TR 520192-2, *Energy performance of buildings (EPB) – Hygrothermal performance of building components and building elements – Part 2: Explanation and justification*
 - [5] CEN/TS 16628, *Energy performance of buildings – Basic principles of the set of EPB standards*
 - [6] CEN/TS 16629, *Energy performance of buildings – Detailed technical rules for the set of EPB standards*
 - [7] EN 673, *Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Calculation method*
-