

Julio 2010

TÍTULO

Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies

Parte 3: Dimensionamiento

Water based surface embedded heating and cooling systems. Part 3: Dimensioning.

Systèmes de surfaces chauffantes et rafraîchissantes hydrauliques intégrées. Partie 3: Dimensionnement.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1264-3:2009.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a las Normas UNE-EN 1264-3:1998 y UNE-EN 15377-2:2009.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 124 *Generadores y emisores de calor* cuya Secretaría desempeña FEGECA.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 33253:2010

© AENOR 2010
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

21 Páginas

Grupo 15

Versión en español

**Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación
de agua integrados en superficies
Parte 3: Dimensionamiento**

Water based surface embedded heating
and cooling systems. Part 3: Dimensioning.

Systèmes de surfaces chauffantes et
rafraîchissantes hydrauliques intégrées.
Partie 3: Dimensionnement.

Raurnflächenintegrierte Heiz- und
Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung.
Teil 3: Auslegung.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2009-08-01.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	6
4 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	6
4.1 Sistemas de suelo radiante	6
4.1.1 Principios básicos	6
4.1.2 Condiciones límite	7
4.1.3 Diseño	8
4.1.4 Áreas periféricas.....	11
4.2 Sistemas de calefacción de techo	11
4.2.1 Principios básicos	11
4.2.2 Condiciones límite	12
4.2.3 Diseño	12
4.3 Sistemas de calefacción de pared	12
4.3.1 Principios básicos	12
4.3.2 Condiciones límite	13
4.3.3 Diseño	13
5 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	13
5.1 Generalidades	13
5.1.1 Principios básicos	13
5.1.2 Diferencias de temperatura	14
5.1.3 Punto de rocío por región y temperatura ambiente interior nominal	14
5.1.4 Diferencia de temperatura entre la habitación y el agua refrigerante.....	14
5.1.5 Curvas características.....	14
5.1.6 Campo de las curvas características	14
5.1.7 Curva límite	15
5.1.8 Aislamiento térmico	15
5.2 Diseño	15
5.2.1 Diseño del valor de la carga de enfriamiento específica.....	15
5.2.2 Determinación de la temperatura del caudal de diseño (entrada) y de la emisión térmica específica de diseño	15
5.2.3 Determinación del caudal de diseño del agua de refrigeración	17
ANEXO A (Normativo) FIGURAS.....	18

PRÓLOGO

Esta Norma EN 1264-3:2009 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 130 *Aparatos de calefacción sin fuentes de calor integradas*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de marzo de 2010, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2010.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 1264-3:1997. Esta norma, junto con la Norma EN 1264-4, también anula y sustituye a la Norma EN 15377-2

Esta norma europea EN 1264 “Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies” se compone de las siguientes partes:

- Parte 1: Definiciones y símbolos
- Parte 2: Suelo radiante. Métodos para la determinación de la emisión térmica de los suelos radiantes por cálculo y ensayo
- Parte 3: Dimensionamiento
- Parte 4: Instalación
- Parte 5: Suelos, techos y paredes radiantes. Determinación de la emisión térmica

El principal cambio con respecto a la Norma EN 1264-3:1997 es la ampliación del objeto y campo de aplicación más allá del suelo radiante, con la inclusión de los techos y paredes radiantes así como las superficies refrescantes en suelos, techos y paredes.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea se aplica a los sistemas de calefacción y refrigeración integrados en el recinto de las superficies de la habitación que se calienta o se enfría.

Este documento trata de la utilización en la ingeniería práctica de los resultados procedentes de la parte 2 y 5 y es aplicable a los sistemas de calefacción de suelo-, techo - y pared - y a los sistemas de refrigeración de suelo-, techo - y pared.

Para los sistemas de calefacción, las limitaciones fisiológicas se tienen en cuenta al especificar las temperaturas de la superficie. En el caso de los sistemas de calefacción por suelo radiante las limitaciones se realizan por un diseño basado en las curvas características y las curvas límite determinadas de acuerdo con la parte 2 de esta norma.

Para los sistemas de refrigeración, solo se tiene en cuenta una limitación con respecto al punto de rocío. En la práctica predominante, esto significa que las limitaciones fisiológicas también están incluidas.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 1264-1:1997 *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 1: Definiciones y símbolos.*

EN 1264-2 *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 2: Suelo radiante: Métodos para la determinación de la emisión térmica de los suelos radiantes por cálculo y ensayo.*

EN 1264-4 *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 4. Instalación.*

EN 1264-5 *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 5: Suelos, techos y paredes radiantes. Determinación de la emisión térmica.*

EN 12831 *Sistemas de calefacción en edificios. Método para el cálculo de la carga térmica de diseño.*

EN 15243 *Ventilación de los edificios. Cálculo de la temperatura de los recintos, de la carga y de la energía para los edificios con sistemas de acondicionamiento de aire.*

EN ISO 7730 *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma EN 1264-1:1997.

4 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

4.1 Sistemas de suelo radiante

4.1.1 Principios básicos

4.1.1.1 Diferencia de temperatura entre el agua de calefacción y la habitación

La diferencia de temperatura entre el agua de calefacción y la habitación se calcula usando la ecuación (1), véase la Norma EN 1264-2. En esta ecuación, se tiene en cuenta el efecto del descenso de temperatura del agua de calefacción.

$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \frac{\vartheta_V - \vartheta_i}{\vartheta_R - \vartheta_i}} \quad (1)$$

4.1.1.2 Curva característica

La curva característica describe la relación entre la emisión térmica específica q de un sistema y la diferencia de temperatura requerida entre el agua de calefacción y la habitación $\Delta\vartheta_H$. Para simplificar, la emisión térmica específica se toma directamente proporcional a la diferencia de temperatura:

$$q = K_H \cdot \Delta\vartheta_H \quad (2)$$

Donde el gradiente es $K_H = B \prod_i (a_i^{m_i})$, calculado de acuerdo al capítulo 6 de la parte 2 de esta norma, o el gradiente K_H se determina experimentalmente de acuerdo con el capítulo 9 de la parte 2 de esta norma europea.

4.1.1.3 Campo de las curvas características

El campo de las curvas características de un sistema de suelo radiante con una separación de tubería específica T debe contener al menos las curvas características para valores de la resistencia térmica $R_{\lambda, B} = 0$, $R_{\lambda, B} = 0,05$, $R_{\lambda, B} = 0,10$ y $R_{\lambda, B} = 0,15$ ($\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$) de acuerdo con la parte 2 de esta norma europea (véase la figura A.1.). Si es posible, no se deben usar los valores de $R_{\lambda, B} > 0,15$ ($\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$).

4.1.1.4 Curvas límite

Las curvas límite en el campo de las curvas características describen de acuerdo con la parte 2 de esta norma europea la relación entre la emisión térmica específica q y la diferencia de temperatura $\Delta\vartheta_H$ entre el agua de calefacción y la habitación en el caso donde los valores límites acordados fisiológicamente de las temperaturas de superficie $\vartheta_{F, \text{máx.}} = 29^\circ \text{C}$ (área ocupada) o $\vartheta_{F, \text{máx.}} = 35^\circ \text{C}$ (área periférica) se alcanzan¹⁾. Para cuartos de baño ($\vartheta_i = 24^\circ \text{C}$) la curva límite para $(\vartheta_{F, \text{máx.}} - \vartheta_i) = 9 \text{ K}$ también se aplica. Para fines de diseño, es decir para la determinación de los valores de diseño de la emisión térmica específica y la diferencia de temperatura asociada entre el agua de calefacción y la habitación, las curvas límite son válidas para descensos de temperatura σ del agua calentada en un rango de

$$0 \text{ K} < \sigma \leq 5 \text{ K}$$

Las curvas límite se usan para especificar el flujo de temperatura máximo permitido (referido al apartado 4.1.3.2 y la figura A.4).

4.1.1.5 Inercia térmica

La diferencia entre la temperatura de superficie mínima y máxima de un sistema de suelo radiante es baja. Esto significa que para los fines de diseño no se requiere la consideración de la inercia térmica.

4.1.2 Condiciones límite

4.1.2.1 Tubos de flujo para las habitaciones adyacentes

La emisión de calor de las tuberías de servicio, no las habitaciones de servicio a través de las que pasan, deben estar limitadas por su cuidado diseño, o por el uso de revestimientos de aislamiento térmico, de modo que cualquier temperatura de la habitación no se debe aumentar sustancialmente. La emisión de calor de tuberías de servicio que pasa por la habitación en cuestión a las habitaciones adyacentes se tiene en cuenta si se puede asumir el mismo tipo de uso de la habitación.

1) Las reglamentaciones nacionales pueden limitar estas temperaturas a valores más bajos.

4.1.2.2 Aislamiento térmico descendente

Para limitar el flujo de calor a través del suelo a las habitaciones situada inmediatamente debajo, la resistencia térmica necesaria de la capa de aislamiento $R_{\lambda,ins}$ (véase la figura A.5) debe estar al menos de acuerdo con la tabla 1 de la Norma EN 1264-4²⁾. Se calcula de acuerdo a la ecuación (3).

$$R_{\lambda,ins} = \frac{s_{ins}}{\lambda_{ins}} \quad (3)$$

donde

s_{ins} es el espesor de la capa de aislamiento en m, y

λ_{ins} es la conductividad térmica de la capa de aislamiento en W/(m · K).

Dependiendo de la construcción del sistema de suelo radiante, el espesor efectivo de la capa de aislamiento s_{ins} se determina de forma diferente:

Para sistemas de suelo radiante con paneles planos de aislamiento térmico (véase la figura A.2), s_{ins} es igual que el espesor del panel de aislamiento térmico.

Para sistemas de suelo radiante con paneles de aislamiento térmico conformados (véase la figura A.3), para calcular el espesor efectivo s_{ins} se utiliza una media ponderada en función de las superficies relativas de los diferentes espesores:

$$s_{ins} = \frac{s_h \cdot (T - D) + s_l \cdot D}{T} \quad (4)$$

Para paneles de aislamiento térmico conformados de manera diferente a la que se muestra en la figura A.3, el espesor medio efectivo de la capa aislante debe establecerse matemáticamente de acuerdo con una aplicación de la ecuación (4).

NOTA En los casos donde la fórmula (4) no es aplicable, se debe aplicar un método de cálculo acordado. Por ejemplo, en el caso de sistemas de placas con clavos adheridos, el cálculo acordado viene dado por: $s_{ins} = (\text{Volumen de la placa con clavos incluidos, dividido por } A_F)$.

4.1.3 Diseño

4.1.3.1 Diseño del valor de cálculo de la emisión térmica específica

El valor de diseño q_{des} para diseñar un sistema de suelo radiante para una habitación es igual a la carga térmica nominal $Q_{N,f}$ dividida por la superficie de calefacción A_F :

$$q_{des} = \frac{Q_{N,f}}{A_F} \quad (5)$$

La carga térmica nominal $Q_{N,f}$ se debe calcular de acuerdo con la Norma EN 12831. Normalmente, la potencia térmica Q_F del sistema de calefacción por suelo radiante debe ser equivalente a la carga térmica nominal $Q_{N,f}$. Si esto no es posible, se deben utilizar superficies de calefacción adicional, véase la ecuación (12).

La potencia térmica Q_F de toda la superficie de calefacción A_F se calcula de la siguiente forma:

$$Q_F = q \cdot A_F \quad (6)$$

Cuando se usa un área periférica, q se debe distribuir entre el área periférica A_R y el área ocupada A_A , de acuerdo con el cálculo ponderado de la superficie (véase también 4.1.4):

2) Las normas nacionales pueden variar los requerimientos dados en la tabla 1 de la Norma EN 1264-4.

$$q = \frac{A_R}{A_F} \cdot q_R + \frac{A_A}{A_F} \cdot q_A \quad (7)$$

donde

q_A es el flujo térmico específico del área ocupada

q_R es el flujo térmico específico del área periférica

4.1.3.2 Determinación de la temperatura de diseño del flujo

El diseño de la temperatura se determina para la habitación (o las habitaciones respectivamente) con el valor más alto $q_{\max.} = q_{\text{des}}$ de la emisión térmica específica (excepto cuartos de baño). En las habitaciones que son calentadas, se supone que se utilizan revestimientos para el suelo con una resistencia de conducción térmica uniforme. Generalmente, para el diseño del sistema de calefacción por suelo radiante en habitaciones residenciales, se asumen revestimientos uniformes para el suelo con $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$. En el caso de usar valores más altos de $R_{\lambda,B}$, se deben tomar estos valores.

Para la habitación utilizada para el diseño, la caída de la temperatura del agua de la calefacción se especifica a $\sigma \leq 5 \text{ K}$. Si es necesario, se debería realizar una subdivisión de la habitación en circuitos de calefacción. Bajo estas condiciones, el valor máximo $q_{\max.}$ puede alcanzar hasta el valor límite de la emisión térmica específica (véase la figura A.4)³⁾.

Para la habitación con $q_{\max.}$, se elige el espaciamiento de tuberías con el que $q_{\max.}$ siga siendo inferior o igual al valor límite q_G ($q_{\max.} \leq q_G$, véase la figura A.4). Para ello, se recomienda una separación pequeña entre tubos. En el caso de que $q_{\max.} \leq q_G$, los valores de diseño de la diferencia de temperatura entre el flujo de agua de calefacción y las habitaciones están permitidas $\Delta\vartheta_{V,\text{des}} \leq \Delta\vartheta_{H,G} + 2,5 \text{ K}$ (véase la figura A.4). El máximo de diferencia de temperatura admisible entre el flujo y la habitación viene de:

$$\Delta\vartheta_{V,\text{des}} = \Delta\vartheta_{H,\text{des}} + \sigma/2 \quad \text{donde } \Delta\vartheta_{H,\text{des}} \leq \Delta\vartheta_{H,G} \quad (8)$$

La caída de temperatura σ en la ecuación (8) y en la ecuación (9), en la figura A.4 se designa como σ_{des} .

La ecuación (8) es válida para $\sigma/\Delta\vartheta_H \leq 0,5$.

Para la relación $\sigma/\Delta\vartheta_H > 0,5$ se debe utilizar la siguiente ecuación

$$\Delta\vartheta_{V,\text{des}} = \Delta\vartheta_{H,\text{des}} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{12 \cdot \Delta\vartheta_{H,\text{des}}} \quad (9)$$

El resultado de la Ecuación (8) o (9) proporciona la temperatura de diseño de flujo $\vartheta_{V,\text{des}} = \Delta\vartheta_{V,\text{des}} + \vartheta_i$.

Para las demás habitaciones operadas con la misma temperatura de flujo $\vartheta_{V,\text{des}}$, para el rango $\sigma/\Delta\vartheta_{H,i} \leq 0,5$ el valor asociado para la caída de temperatura σ_j del agua de calefacción se toma del campo de curvas características (véase la figura A.4) o calculado de acuerdo con

$$\frac{\sigma_j}{2} = \Delta\vartheta_{V,\text{des}} - \Delta\vartheta_{H,j} \quad (10)$$

usando las diferencias de temperaturas $\Delta\vartheta_{H,j}$ correspondientes a los respectivos valores de la emisión térmica específica q_j (véase la figura A.4).

3) Esto significa que por encima de la tubería de flujo la temperatura máxima del suelo $\vartheta_{F,\max.}$ se puede exceder comparada con el centro de la habitación, correspondiendo con la temperatura del agua de calefacción más alta en $\sigma/2$.

Para $\sigma/\vartheta_{H,j} > 0,5$ el descenso de temperatura σ_j se tiene que calcular como se indica a continuación:

$$\sigma_j = 3 \cdot \Delta\vartheta_{H,j} \cdot \left[\left(1 + \frac{4 \cdot (\Delta\vartheta_{V,des} - \Delta\vartheta_{H,j})}{3 \cdot \Delta\vartheta_{H,j}} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right] \quad (11)$$

NOTA Las ecuaciones (8) y (10) son el resultado de simplificaciones y por lo tanto válidas solo bajo las condiciones específicas $\sigma/\Delta\vartheta_H \leq 0,5$. Comparado con esto, las ecuaciones (9) y (11) son generalmente aplicables, es decir, para cualquier relación $\sigma/\Delta\vartheta_H$.

Si el valor q_{des} de acuerdo con la ecuación (5) para la habitación usada para el diseño (o para otras habitaciones en su caso) no se puede obtener bajo las condiciones mencionadas por ninguna separación de tubería, se recomienda incluir un área periférica o proveer superficies de calefacción suplementarias. Las superficies de calefacción suplementarias se deben seleccionar cumpliendo con el propósito y la ubicación. La potencia térmica adicional requerida Q_{out} se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_{out} = Q_{N,f} - Q_F \quad (12)$$

En este caso, la máxima emisión térmica especificada $q_{máx}$ ahora se puede producir en otra habitación.

4.1.3.3 Modo de calefacción. Determinación del caudal de Agua

La potencia térmica total de un sistema de calefacción por suelo radiante está compuesta por una emisión térmica específica q y una pérdida de calor hacia abajo q_u , véase el capítulo 8 de la parte 2 de esta norma. Teniendo en cuenta estas circunstancias, el caudal del diseño de flujo de agua m_H de un circuito de calefacción se calcula de la siguiente forma:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{q \cdot R_u} \right) \quad (13)$$

Donde (véase también la figura A.5):

c_w calor específico del agua; $c_w = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}^4$;

R_o resistencia a la transmisión de calor parcial hacia arriba de la estructura del suelo (véase la ecuación (14));

R_u resistencia a la transmisión de calor parcial hacia abajo de la estructura del suelo (véase la ecuación (15));

ϑ_i temperatura interior nominal de conformidad con la Norma EN 1264-2;

ϑ_u temperatura interior de una habitación bajo la habitación con calefacción por suelo radiante.

Respecto a las resistencias térmicas indicadas en la figura A.5, son válidas las siguientes ecuaciones:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,B} + \frac{s_u}{\lambda_u} \quad (14)$$

$$R_u = R_{\lambda,ins} + R_{\lambda,techo} + R_{\lambda,plaster} + R_{\alpha,techo} \quad (15)$$

4) Usando este valor junto con q en W/m^2 en la ecuación (13), m_H se da en kg/s .

donde

$1/\alpha$ es la resistencia de transferencia de calor en la superficie de suelo radiante; $1/\alpha = 0,0093 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

$R_{\alpha,\text{techo}}$ es la resistencia de transferencia de calor en el techo bajo habitación con suelo radiante; $R_{\alpha,\text{techo}} = 0,17 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

NOTA El procedimiento de cálculo descrito arriba sobre las bases de la figura A.5 es para entenderlo como un principio. Para otras estructuras, puede ser necesario una modificación apropiada.

4.1.4 Áreas periféricas

Las áreas periféricas A_R , con una temperatura de superficie incrementada (hasta un máximo de 35 °C) generalmente están situadas a lo largo de las paredes exteriores de una habitación con una anchura máxima de 1 m. Como se describe en el capítulo 4.1.3, el diseño de las áreas periféricas está basado en la curva límite más alta ($\vartheta_{F,\text{máx.}} - \vartheta_i = 15 \text{ K}$ (véase la figura A.1)). En el caso de que una serie de circuitos esté formada con un circuito de calefacción en la zona ocupada, se debe elegir el descenso de la temperatura en la zona periférica, de manera que la temperatura del flujo, calculada a partir de la curva de límite inferior, no se supere por la entrada del agua de calefacción de la zona periférica en la zona ocupada.

4.2 Sistemas de calefacción de techo

4.2.1 Principios básicos

4.2.1.1 Diferencia de temperatura entre el agua de calefacción y la habitación

Para los sistemas de calefacción de techo, las especificaciones y la ecuación (1) dada en el capítulo 4.1.1.1, se aplican sin cambios.

4.2.1.2 Curva característica

Para sistemas de calefacción de techo, se aplican la ecuación (2) y las respectivas especificaciones dadas en el apartado 4.1.1.2. El gradiente K_H se ofrece como un resultado combinado de la parte 2 y parte 5 de esta norma. Para información detallada sobre este procedimiento, véase la parte 5 de esta norma.

4.2.1.3 Campo de las curvas características

En principio, también se aplican las especificaciones dadas en el capítulo 4.1.1.3. Respecto al método de cálculo (véase la parte 5 de esta norma), el campo de las curvas características deberían contener los valores de $R_{\lambda,B}$ especificados en el apartado 4.1.1.3, aunque no sean todos necesarios para la aplicación práctica.

4.2.1.4 Curva límite

Las limitaciones fisiológicas relativas a la temperatura de la superficie de los sistemas de calefacción de techo dependen de las condiciones geométricas, es decir, en la práctica en la aplicación correspondiente. Por tanto, en esta norma solo se pueden tener en consideración las condiciones promedio. Consecuentemente, se hace hincapié, en que en la ingeniería práctica se deben tener en cuenta las condiciones reales.

Para condiciones geométricas de habitaciones usuales de un piso se aplica un valor máximo de la temperatura media de la superficie de la calefacción de techo de $\vartheta_{F,m} = 29 \text{ °C}$, es decir, una diferencia entre la superficie de calefacción y la habitación de $(\vartheta_{F,m} - \vartheta_i) = 9 \text{ K}^{5)}$. Como resultado, la curva límite dentro del campo de las curvas características es una línea horizontal recta en la distancia q_G (véase más abajo).

Utilizando el coeficiente de transferencia de calor $\alpha = 6,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ procedente de la parte 5 de esta norma, el límite de la emisión específica resulta:

$$q_G = 59 \text{ W/m}^2 \text{ (redondeado)}$$

5) Temperatura interior estándar $\vartheta_i = 20 \text{ °C}$, véase la Norma EN 1264-2.

Si se usan valores más altos $\vartheta_{F,m} > 29\text{ °C}$, se deben demostrar el cumplimiento de las limitaciones fisiológicas. En general, se refieren a la Norma EN ISO 7730.

4.2.2 Condiciones límite

4.2.2.1 Tubos de flujo para las habitaciones adyacentes

Se aplica el mismo procedimiento descrito en el capítulo 4.1.2.1.

4.2.2.2 Aislamiento térmico hacia arriba

Para limitar el flujo térmico a través del techo hacia las habitaciones por encima, la resistencia térmica requerida de la capa de aislamiento $R_{\lambda,ins}$ (en principio véase la figura A.5) debe ser como mínimo de acuerdo con la tabla 1 de la Norma EN 1264-4.

En cuanto al resto, el contenido del apartado 4.1.2.2. Se aplica en consecuencia.

4.2.3 Diseño

4.2.3.1 Valor de cálculo de la emisión térmica específica

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.1 en consecuencia.

4.2.3.2 Determinación de la temperatura de diseño de flujo

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el capítulo 4.1.3.2 en consecuencia. En el caso de operar con suelo radiante conectado en paralelo y usando una temperatura de flujo uniforme, se debe utilizar la temperatura de flujo del sistema de calefacción por suelo radiante.

4.2.3.3 Modo de calefacción. Determinación del caudal de agua de diseño

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.3 en consecuencia teniendo en cuenta la posición reservada de la estructura mostrada en la figura A.5 y los cambios en las resistencias de transferencia en las superficies de la siguiente manera:

$1/\alpha$ es la resistencia de transferencia de calor en la superficie de calefacción de techo; $1/\alpha = 0,154\text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

$R_{\alpha,techo}$ se reemplaza por $R_{\alpha,suelo}$, la resistencia de transferencia de calor en el suelo por encima de la habitación con calefacción de techo; $R_{\alpha,suelo} = 0,10\text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

4.3 Sistemas de calefacción de pared

4.3.1 Principios básicos

NOTA Los resultados probados, procedentes de la parte 2 y parte 5 de esta norma, son válidos para los sistemas de calefacción de pared donde la respectiva pared se cubre totalmente con la superficie de calefacción. Pero la precisión es suficiente también para los casos en que la pared está parcialmente cubierta.

Las descripciones dadas para los sistemas de calefacción de techo (véase 4.2.1.1 hasta 4.2.1.3) también se aplican para sistemas de calefacción de pared (en las respectivas redacciones sustituir "la calefacción de techo" por "la calefacción de pared").

En relación a la curva límite en función de consideraciones fisiológicas, referir en principio a la primera declaración en el apartado 4.2.1.4. Para los sistemas de calefacción de pared, en esta norma solo se da una recomendación para la limitación de la temperatura media de la superficie. Esta temperatura no debería exceder de $\vartheta_{F,m} = 40\text{ °C}$, es decir, una diferencia entre la superficie de calefacción y la habitación de $(\vartheta_{F,m} - \vartheta_i) = 20\text{ K}$. Como resultado, la curva límite en el campo de las curvas características es una línea recta horizontal en la distancia q_G (véase más abajo).

Usando el coeficiente de transmisión de calor $\alpha = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ procedentes de la parte 5 de esta norma, el límite de la emisión específica resulta:

$$q_G = 160 \text{ W}/\text{m}^2$$

Si se usan valores más altos $\vartheta_{F,m} > 40 \text{ }^\circ\text{C}$, se debe probar el cumplimiento de las limitaciones fisiológicas. En general, se refieren a la Norma EN ISO 7730.

4.3.2 Condiciones límite

4.3.2.1 Tubos de flujo de habitaciones adyacentes

Se aplica el mismo procedimiento descrito en el apartado 4.1.2.1.

4.3.2.2 Refuerzo de aislamiento térmico

Para limitar el flujo de calor a través de la pared a las habitaciones adyacentes o a entornos externos, la resistencia térmica requerida de una placa de aislamiento $R_{\lambda,ins}$ (en principio véase la figura A.5) debe estar al menos en concordancia con la tabla 1 de la Norma EN 1264-4.

En cuanto al resto, el contenido del apartado 4.1.2.2 se aplica en consecuencia.

4.3.3 Diseño

4.3.3.1 Valor de cálculo de la emisión térmica específica

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.1 en consecuencia.

4.3.3.2 Modo calefacción. Determinación de la temperatura de diseño del flujo del agua

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.2. En consecuencia. En el caso de operar con suelo radiante conectado en paralelo y usando una temperatura de flujo uniforme, se debe utilizar la temperatura de flujo del sistema de calefacción por suelo radiante.

4.3.3.3 Determinación del caudal de agua de diseño

Se recomienda aplicar el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.3 en consecuencia, teniendo en cuenta el cambio de la posición de la estructura mostrada en la figura A.5 y los cambios en las resistencias de transferencia en las superficies de la siguiente manera:

$1/\alpha$ es la resistencia de transferencia de calor en la superficie de calefacción de pared; $1/\alpha = 0,125 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

$R_{\alpha,techo}$ se reemplaza por $R_{\alpha,posterior}$, la resistencia de transferencia de calor en la superficie de la parte posterior de la pared;

$R_{\alpha,posterior} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ en caso de habitaciones adyacentes.

$R_{\alpha,posterior} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ en caso de entornos externos.

5 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

5.1 Generalidades

5.1.1 Principios básicos

Se aplica el contenido de los siguientes capítulos, para sistemas de refrigeración integrados en suelos, techos y paredes.

5.1.2 Diferencias de temperatura

Las diferencias de temperatura se formulan de manera que las emisiones térmicas tengan signo positivo, es decir, la emisión de refrigeración y la emisión de calefacción no se distinguen por el signo.

5.1.3 Punto de rocío por región y temperatura ambiente interior nominal

Los sistemas de refrigeración deben operar dentro de un rango de temperatura por encima del punto de rocío ϑ_{Dp} . En esta norma se debe especificar un punto de rocío por región $\vartheta_{Dp,R}$ dependiendo de las respectivas condiciones climáticas. En esta norma, por ejemplo se establece $\vartheta_{Dp,R0} = 18\text{ °C}$, correspondiente a un contenido de humedad del aire de $x = 13\text{ g/kg}$. Si por diseño se aplican otros valores por región $\vartheta_{Dp,R}$ o se establecen valores de diseño $\vartheta_{Dp,des}$ (por ejemplo si el aire está deshumidificado), se deben usar estos valores (véase 5.2.2.2).

En esta norma para sistemas de refrigeración la temperatura ambiente interior nominal se especifica en $\vartheta_i = 26\text{ °C}$. Si se designan otros valores, se deben tener en consideración.

5.1.4 Diferencia de temperatura entre la habitación y el agua refrigerante

La diferencia de temperatura $\Delta\vartheta_C$ entre la habitación y el agua refrigerante se calcula usando la ecuación (16), correspondiente al procedimiento para sistemas de calefacción, es decir, el efecto del incremento de temperatura del agua refrigerante se tiene en cuenta igualmente.

$$\Delta\vartheta_C = \frac{\vartheta_{C,out} - \vartheta_{C,in}}{\ln \frac{\vartheta_{C,in} - \vartheta_i}{\vartheta_{C,out} - \vartheta_i}} \quad (16)$$

donde:

$\vartheta_{C,out}$ es la temperatura de salida (retorno) del agua refrigerante

$\vartheta_{C,in}$ es la temperatura de entrada (flujo) del agua refrigerante

ϑ_i es la temperatura ambiente nominal, $\vartheta_i = 26\text{ °C}$.

5.1.5 Curvas características

Las curvas características describen la relación entre la emisión térmica específica q_C de los sistemas de refrigeración y la diferencia de temperatura requerida $\Delta\vartheta_C$ entre la habitación y el agua refrigerante. Para simplificar, la emisión térmica específica se toma directamente proporcional de la diferencia de temperatura.

$$q = K_H \cdot \Delta\vartheta_C \quad (17)$$

donde el gradiente K_H (la misma designación que para los sistemas de calefacción) se ofrece como un resultado combinado procedente de la parte 2 y parte 5 de esta norma. Para información detallada sobre el procedimiento, véase la parte 5 de esta norma.

5.1.6 Campo de las curvas características

En principio, las especificaciones dadas en el apartado 4.1.1.3 para sistemas de calefacción por suelo radiante también se aplican en consecuencia. Con respecto al método de cálculo (véase parte 5 de esta norma), el campo de curvas características deberían contener los valores de $R_{\lambda,B}$ especificados en el apartado 4.1.1.3, aunque todos no sean necesarios para la aplicación práctica.

5.1.7 Curva límite

Para sistemas de refrigeración el punto de rocío limita la temperatura del agua refrigerante en el valor en una región $\vartheta_{C,des} = \vartheta_{Dp,R}$ o en otros valores del diseño $\vartheta_{Dp,des}$. Como resultado, la curva límite dentro del campo de las curvas características es una línea recta vertical en una distancia de $\Delta\vartheta_{C,des}$ desde la ordenada, en función del punto de rocío establecido.

NOTA La descripción anterior es en principio. En la práctica, la temperatura de entrada $\vartheta_{C,in}$ del agua refrigerante, que es temperatura más baja del sistema, tiene que estar limitado. Por tanto, dependiendo del diseño, las curvas límite reales resultan un poco más bajas (véase 5.2.2).

Se puede suponer que el cumplimiento de la limitación del punto de rocío también cumple las limitaciones fisiológicas. Esto se debe demostrar en casos especiales.

5.1.8 Aislamiento térmico

Para información básica, véase el apartado 4.1.2.2. La resistencia térmica $R_{\lambda,ins}$ de la capa de aislamiento está recomendada en concordancia con la tabla 1 de la Norma EN 1264-4.

5.2 Diseño

5.2.1 Diseño del valor de la carga de enfriamiento específica

En principio, se aplica el procedimiento descrito en el apartado 4.1.3.1, donde $Q_{N,f}$ tiene que ser reemplazado por la carga de enfriamiento nominal $Q_{C,f}$. La carga de enfriamiento nominal se debe calcular de acuerdo con la Norma EN 15243. El resultado de acuerdo con la ecuación (5) se denomina como carga de enfriamiento específica $q_{C,Ld,des}$.

5.2.2 Determinación de la temperatura del caudal de diseño (entrada) y de la emisión térmica específica de diseño

5.2.2.1 Generalidades

Para las siguientes descripciones, se supone, que se ha instalado un sensor del punto de rocío en un lugar adecuado con el fin de limitar la temperatura del agua de entrada $\vartheta_{C,in}$. Esto significa, que la operación sólo tiene lugar en el rango $\vartheta_{C,in} > \vartheta_{Dp,des}$.

donde

$\vartheta_{C,in}$ es la temperatura de entrada del agua de refrigeración;

$\vartheta_{Dp,des}$ es el punto de rocío de diseño diseñado.

El procedimiento descrito en la apartado 5.2.2.2 se desarrolla para el caso donde el punto de condensación diseñado es igual al punto de rocío regional, es decir $\vartheta_{Dp,des} = \vartheta_{Dp,R0}$, donde $\vartheta_{Dp,R0}$ se establece igual a 18 °C (véase 5.1.3). Pero para otros valores $\vartheta_{Dp,R}$ o $\vartheta_{Dp,des}$ respectivamente, el procedimiento también se aplica si se lleva a cabo la siguiente modificación:

Modificación para $\vartheta_{Dp,des} \neq \vartheta_{Dp,R0}$ o $\vartheta_{Dp,R} \neq \vartheta_{Dp,R0}$:

Se calcula la diferencia $\Delta\vartheta_{Dp} = \vartheta_{Dp,des} - \vartheta_{Dp,R0}$ o $\Delta\vartheta_{Dp} = \vartheta_{Dp,R} - \vartheta_{Dp,R0}$ respectivamente, y en el apartado 5.2.2.2 se reemplaza el término $\Delta\vartheta_{C,N}$ por $\Delta\vartheta_{C,N} - \Delta\vartheta_{Dp}$.

5.2.2.2 Diseño basado en la diferencia de temperatura nominal del agua $\Delta\vartheta_{C,N}$ y cálculo de la temperatura general de flujo (entrada) de diseño $\vartheta_{C,in,des}$

De acuerdo con la parte 5 de esta norma, la diferencia de la temperatura nominal entre la habitación y la media de la temperatura del agua de refrigeración es $\Delta\vartheta_{C,N} = 8$ K. Se debería señalar que este valor se establece con respecto a la del punto de rocío de la región $\vartheta_{Dp,R0}$. El diseño basado en la diferencia de la temperatura nominal del agua significa que, $\Delta\vartheta_{C,N}$ se usa con la curva característica del respectivo sistema de refrigeración para obtener de la emisión térmica específica de diseño $q_{C,des}$.

Debe permitirse usar este valor $\Delta\vartheta_{C,N}$ para diseño si el incremento de la temperatura de diseño $\sigma_C = (\vartheta_{C,out} - \vartheta_{C,in})$ no excede 2 K ($\sigma_C \leq 2$ K). Incluyendo para el diseño el rango $\Delta\vartheta_{C,des} \leq \Delta\vartheta_{C,N}$, esto lleva a la siguiente ecuación:

$$\Delta\vartheta_{C,in,des} = \Delta\vartheta_{C,des} + \frac{\sigma_C}{2} \text{ donde } \Delta\vartheta_{C,des} \leq \Delta\vartheta_{C,N} \quad (18)$$

donde

$\Delta\vartheta_{C,des}$ es el valor de diseño de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la habitación y el promedio de la temperatura del agua de refrigeración.

La ecuación (18) especifica el rango

$$\Delta\vartheta_{C,in,des} \leq \Delta\vartheta_{C,N} + \frac{\sigma_C}{2} \quad (18a)$$

donde

$\Delta\vartheta_{C,in,des}$ es el valor de diseño de la diferencia de temperatura entre la temperatura de la habitación y la temperatura de entrada del agua de refrigeración

Las ecuaciones (18/18 a) son válidas para $\sigma_C/\Delta\vartheta_C \leq 0,5$.

Para la temperatura de diseño de entrada, se aplica la siguiente ecuación:

$$\vartheta_{C,in,des} = \vartheta_i - \Delta\vartheta_{C,in,des} \quad (19)$$

lo que resulta en la siguiente expresión final para el posible rango de la temperatura de entrada de diseño:

$$\vartheta_{C,in,des} \geq \vartheta_i - \left(\Delta\vartheta_{C,N} + \frac{\sigma_C}{2} \right) \quad (19a)$$

donde $\vartheta_i = 26$ °C.

Como resultado, para sistemas de refrigeración limitados por un punto de rocío por ejemplo $\vartheta_{Dp,des} = 18$ °C, el posible rango para la temperatura de diseño de entrada viene dada por

para el ejemplo 1: $\vartheta_{C,in,des} \geq 17$ °C.

Como resultado, para sistemas de refrigeración limitados por un punto de rocío por ejemplo $\vartheta_{Dp,des} = 17$ °C, el rango posible para la temperatura de diseño de entrada viene dada por:

para el ejemplo 2: $\vartheta_{C,in,des} \geq 16$ °C.

El procedimiento anterior permite diseñar la temperatura de entrada para mantenerse hasta 1 K por debajo del punto de rocío. En caso de que realmente se alcance el punto de rocío de diseño, el sensor del punto de rocío impide llegar a esta temperatura tan baja. En este caso significa que solo se puede alcanzar el valor medio más bajo $\Delta\vartheta_C < \Delta\vartheta_{C,des}$, es decir $\Delta\vartheta_C = \Delta\vartheta_{C,des} - \sigma_C/2$. Bajo estas condiciones, se debe tolerar una reducción limitada de la respectiva producción térmica.

Se debe considerar que el rango de la temperatura de entrada menor que el que se ha calculado con el procedimiento anterior, no se puede alcanzar. Por tanto un resultado obtenido por encima de la temperatura de diseño de entrada $\vartheta_{C,in,des}$ es de carácter general y debe utilizarse sin cambios para el diseño de los valores $\sigma > 2$ K, véase más abajo.

5.2.2.3 Diseño general, diseño especialmente diseñados para valores más altos σ_C

Se presuponen los resultados del apartado 5.2.2.2.

Para valores superiores $\sigma_C > 2$ K el resultado de las ecuaciones (19/19 a) para la temperatura de entrada permanece válido. El diseño de la hipotética temperatura de entrada $\vartheta_{C,in,des}$, los cálculos adicionales conciernen a la determinación de la diferencia de temperatura media $\Delta\vartheta_{C,des}$. Pero en el caso de $\sigma > 2$ K para el diseño, la diferencia de temperatura nominal $\Delta\vartheta_{C,N}$ no se puede usar más. Es este caso y en general, si en el rango de la ecuación (19/19 a) no se determina ningún valor de temperatura de entrada de diseño $\vartheta_{C,in,des}$, el valor de diseño de la diferencia de temperatura media del agua de refrigeración $\Delta\vartheta_{C,des}$ se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta\vartheta_{C,des} = \Delta\vartheta_{C,in,des} - \left(\frac{\sigma_C}{2} + \frac{\sigma_C^2}{12 \cdot (\Delta\vartheta_{C,in,des} - \sigma_C/2)} \right) \quad (20)$$

La cuál es válida para cualquier relación $\sigma_C/\Delta\vartheta_C$.

Usando la curva característica, para $\Delta\vartheta_{C,des}$ da como resultado el correspondiente la emisión térmica específica de diseño $q_{C,des}$. La comparación con la carga de refrigeración específica $q_{C,Ld,des}$ (véase 5.2.1) clarifica el grado de cumplimiento de carga.

El procedimiento descrito debe llevarse a cabo para todos los circuitos de la habitación que son operados para la misma temperatura de entrada de diseño $\vartheta_{C,in,des}$.

5.2.3 Determinación del caudal de diseño del agua de refrigeración

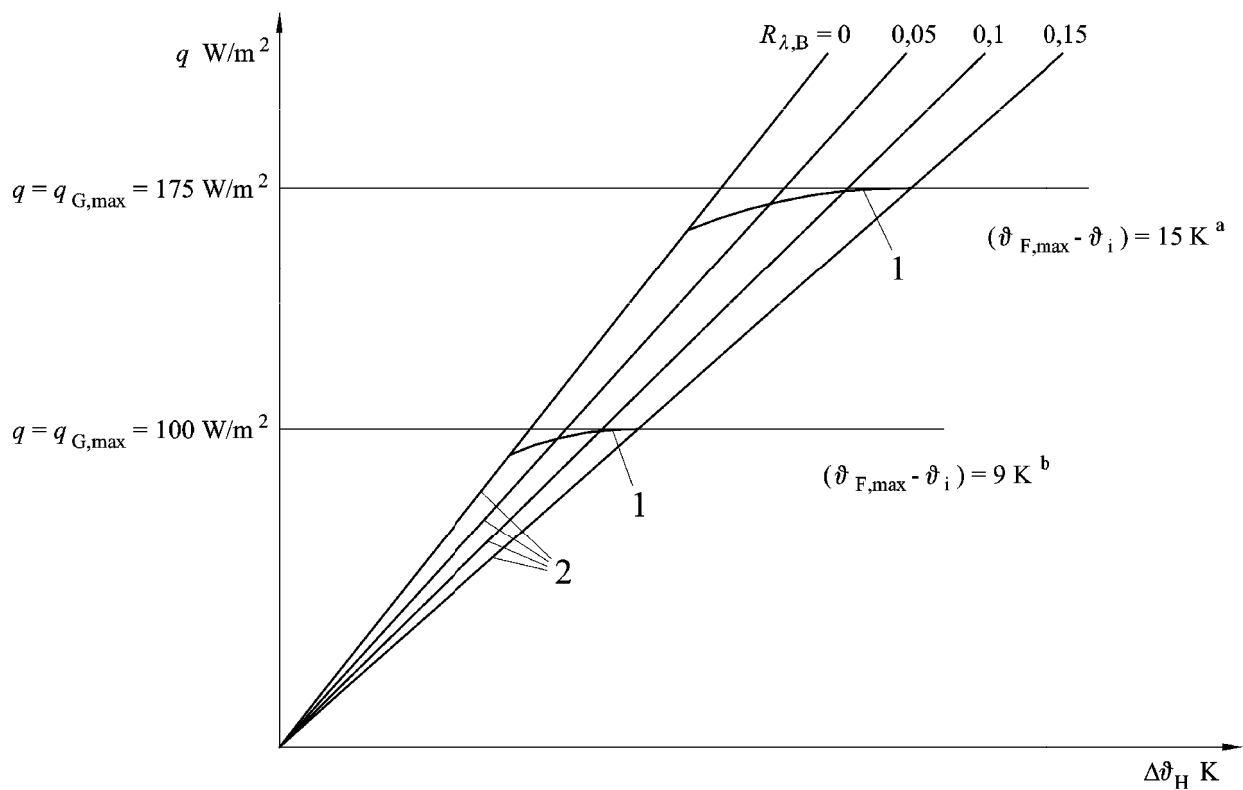
La respectiva ecuación (13) del apartado 4.1.3.3 se cambia por

$$m_C = \frac{A_F \cdot q_{C,des}}{\sigma_C \cdot c_W} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\vartheta_u - \vartheta_i}{q \cdot R_u} \right) \quad (21)$$

Para el resto, el procedimiento del apartado 4.1.3.3 se debería usar consecuentemente.

ANEXO A (Normativo)

FIGURAS



Leyenda

- q : emisión térmica específica
 $\Delta\theta_H$: diferencia de temperatura entre el agua de calefacción y la habitación K
 1: curvas límite
 a: área periférica
 b: área ocupada
 2: curvas características

Figura A.1 – Campo de curvas características para $T = \text{constante}$ con curvas límite incluidas

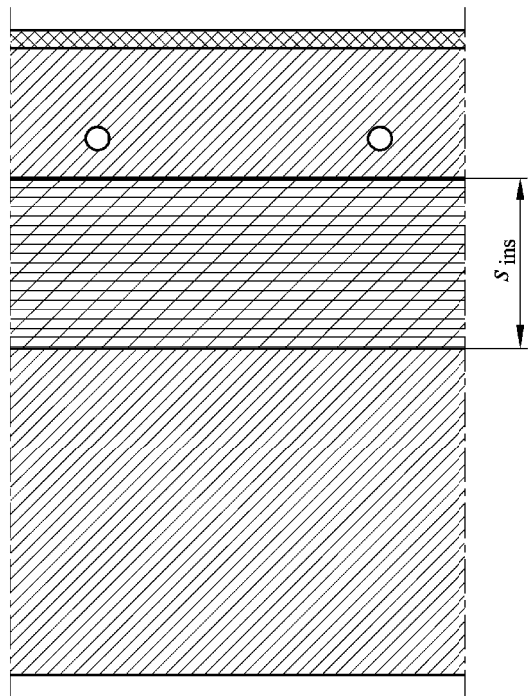


Figura A.2 – Espesor medio de la capa aislante de los paneles planos aislantes

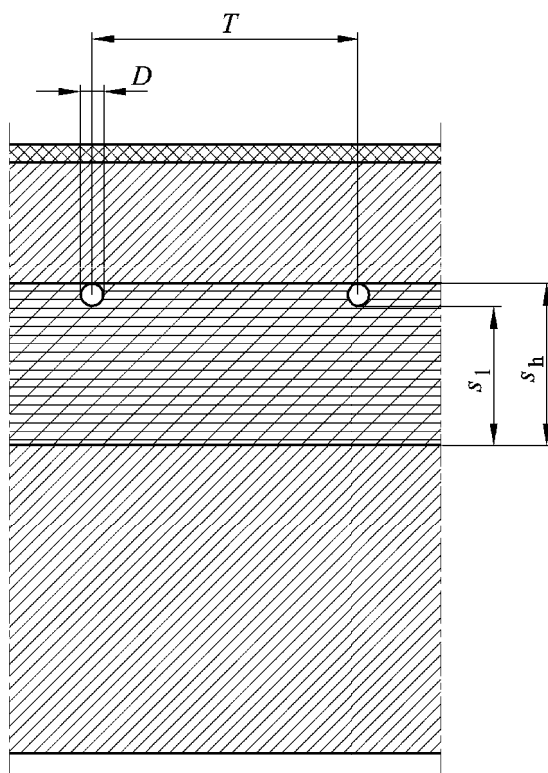


Figura A.3 – Espesor medio de aislamiento para capas de paneles aislantes perfilados

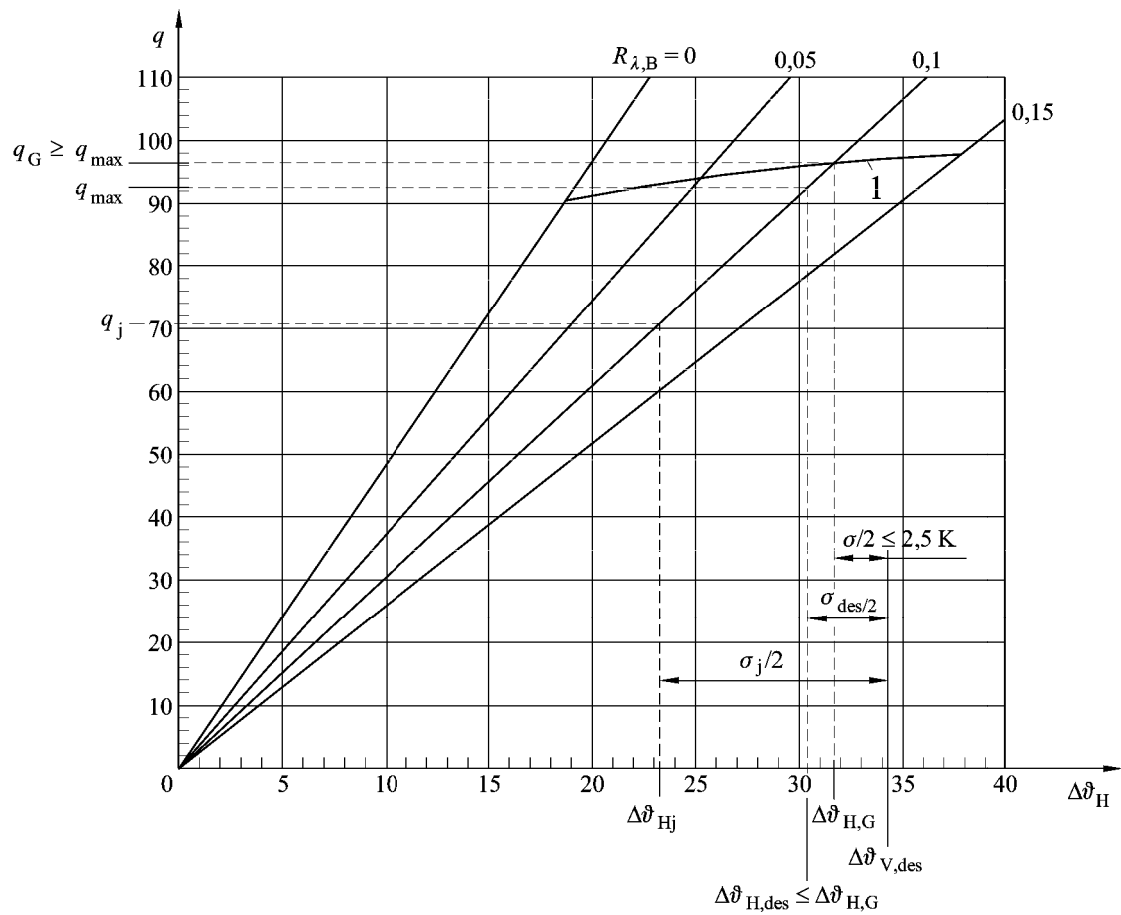


Figura A.4 – Determinación de la diferencia de temperatura de diseño $\Delta\theta_{v,des}$ entre el flujo y la habitación, y descenso de la temperatura σ_j para las otras habitaciones

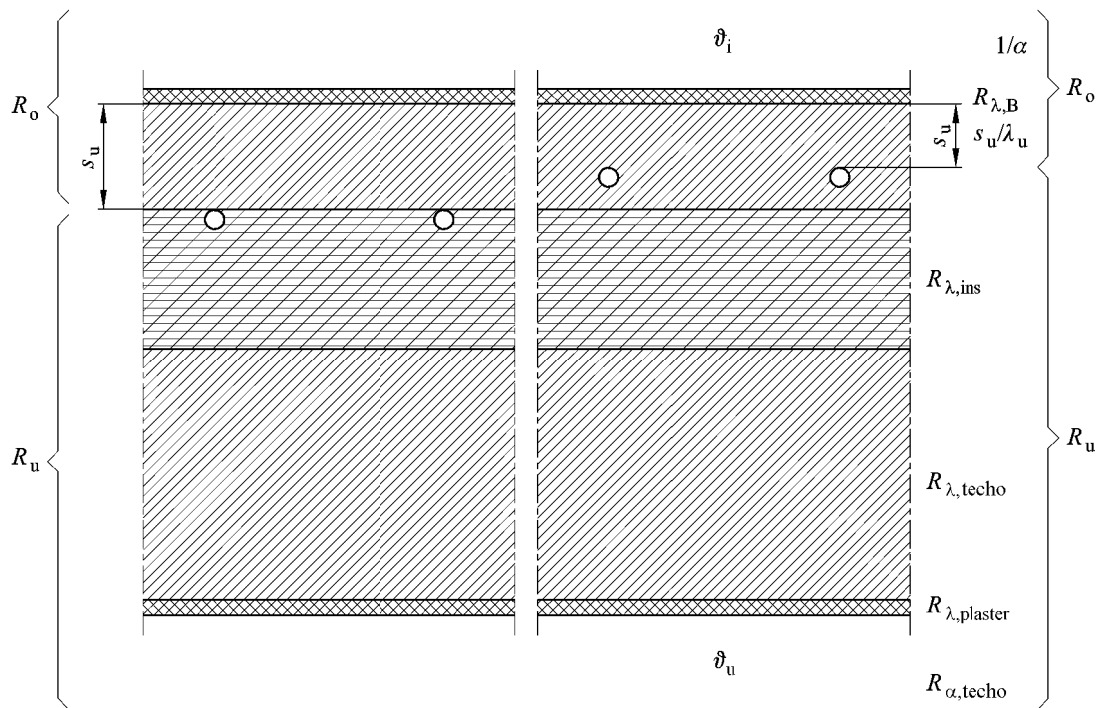


Figura A.5 – Modelo de construcción de suelo con sistema de suelo radiante instalado

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032