

Warmteoverdrachtscoëfficiënt voor straling

Kennisbank Bouwfysica

Dictaat ct4220 Bouwfysica II, TU-Delft Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen,
samengesteld door prof.ir. J.J.M. Cauberg

1 Gemiddelde overdrachtscoëfficiënt

Voor de stralingsoverdracht tussen twee wanden wordt meestal in analogie met convectieve warmteoverdracht uitgegaan de formule:

$$q_s = \alpha_s \cdot (T_1 - T_2) \quad (1)$$

Waarin:

q_s	warmtestroom van vlak 1 naar vlak 2 in W/m^2
α_s	warmteoverdrachtscoëfficiënt voor straling in W/m^2K
T_1	stralingstemperatuur wand 1 (of gemiddelde van omhullenden in de ruimte) in K
T_2	oppervlaktetemperatuur van wand 2 in K

De waarde van α_s kan als volgt bepaald worden.

Voor de stralingsoverdracht tussen twee grote, oneindige vlakken respectievelijk de situatie waarbij een vlak het andere vlak geheel omhuld ($\phi_{12} = 1$) is theoretisch af te leiden:

$$q_{12} = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_2} \cdot (q_{sz1} - q_{sz2}) \quad (2)$$

Waarbij:

$$q_{sz1} = \sigma T_1^4$$

$$q_{sz2} = \sigma T_2^4$$

Dit is ook te schrijven als:

$$q_s = \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4) \quad (3)$$

Waarin:

σ	constante van Stephan Boltzman
ε_{res}	resulterende emissiecoëfficiënt

$$\frac{1}{\varepsilon_{res}} = \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1$$

Een uitdrukking voor α_s wordt gevonden door (1) gelijk te stellen aan (3):

$$\alpha_s = \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot \frac{(T_1^4 - T_2^4)}{T_1 - T_2} = 2 \cdot \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot (T_1^2 + T_2^2) \cdot \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (4)$$

Met $T_{gem} = (T_1 + T_2)/2$ kan dit worden geschreven als

$$\alpha_s = 2 \cdot \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot \left[\left(T_{gem} + \frac{\Delta T}{2} \right)^2 + \left(T_{gem} - \frac{\Delta T}{2} \right)^2 \right] \cdot T_{gem} = 4 \cdot \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot T_{gem}^3 \cdot \left[1 + \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta T}{T_{gem}} \right)^2 \right] \quad (5)$$

Indien $\frac{\Delta T}{T_{gem}} \ll 1$, waarvan in de bouw bijna steeds sprake is, gaat de uitdrukking over in:

$$\alpha_s = 4 \cdot \varepsilon_{res} \cdot \sigma \cdot T_{gem}^3 \quad (6)$$

In de bouwpraktijk heeft de temperatuur over het algemeen een waarde van circa 300 [K]; voor (6) geldt dan:

$$\alpha_s = 6 \cdot \varepsilon_{res} \quad (7)$$

2 Schijnbare overdrachtscoëfficiënt voor straling

Omdat formule (1) een lineaire relatie is, mag in plaats van de absolute temperatuur T ook de temperatuur in °C genomen worden:

$$q_s = \alpha_s \cdot (t_1 - t_2) \quad (8)$$

Formule (8) kan gebruikt worden om de warmteoverdracht van de binnenvlakken van een ruimte (vlak 1) naar de gevel (vlak 2) te berekenen. t_1 is dan de gemiddelde stralingstemperatuur die door de vlakken 1 ter plaatse van vlak 2 veroorzaakt wordt. Echter, het is ook mogelijk om formule (8) te betrekken op de luchttemperatuur t_1 van het vertrek in plaats van de gemiddelde stralingstemperatuur van de overige wanden in het vertrek t_1 . De stralingsoverdracht kan dan worden berekend met:

$$q_s = \alpha_s^* \cdot (t_1 - t_2) \quad (9)$$

waarbij α_s^* een schijnbare overdrachtscoëfficiënt voor straling is. Gelijkstellen van (9) en (8) geeft α_s^* als functie van het verschil tussen de stralingstemperatuur (excl. Vlak 2) en de luchttemperatuur

$$\alpha_s^* = \frac{t_1 - t_2}{t_i - t_2} \cdot \alpha_s \quad (10)$$

In de praktijk is er een verschil tussen α_s en α_s^* bij hoeken van glasgevels.