

## Přestup tepla ve vzduchových vrstvách

### a) rozbor a rovnice



$T_2$   $d$   $T_1$

i) **vedení tepla** ve vzduchové vrstvě

$$q_1 = \lambda_{\text{vzd}} \frac{T_2 - T_1}{d}$$

ii) **proudění (konvence) tepla** ve vzduchové vrstvě

$$q_2 = \lambda_{\text{ekv}} \frac{T_2 - T_1}{d}$$

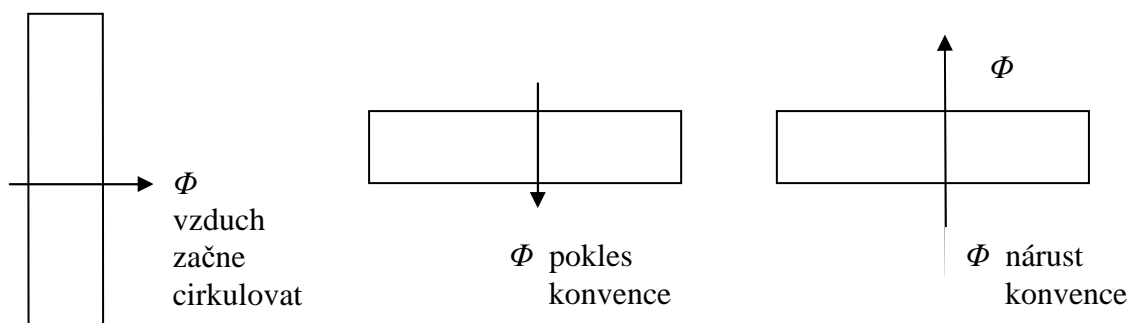
$\lambda_{\text{ekv}}$  závisí na složení vzduchu, geometrickém tvaru dutiny, vnitřních přepážkách, vodorovné nebo svislé poloze dutiny

### Poloha dutiny

Při konvenci hraje významnou roli poloha vzduchové vrstvy vzhledem k vodorovnému resp. svislému směru. Teplé částice plynu jsou lehčí a samovolně se pohybují vzhůru, chladné částice jsou těžší a samovolně se pohybují dolů. Při vodorovné poloze vrstvy se potom uplatňuje změna konvence nejvíce, a to nárůstem nebo poklesem přenosu tepla konvencí, podle toho, zda je teplá strana dutiny nahoře nebo dole.

Pokud je **teplá strana vzduchové vrstvy nahoře, konvence poklesne**, protože teplé částice se nemohou pohybovat vzhůru, neboť se nacházejí je při horním okraji vzduchové vrstvy, podobně, chladné částice se nemohou pohybovat dolů, neboť se nacházejí je při dolním okraji vzduchové vrstvy.

Naopak, pokud je **teplá strana vzduchové vrstvy dole, konvence vzroste**, protože teplé částice se mohou pohybovat vzhůru, nacházejí se při dolním okraji vzduchové vrstvy, a chladné částice se mohou pohybovat dolů, neboť se nacházejí při horním okraji vzduchové vrstvy.



iii) **radiace** ve vzduchové vrstvě

$$q_3 = \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_1^4)$$

Všechny mechanismy přenosu tepla se uplatní v součtu následující hustotou tepelného toku

$$q = q_1 + q_2 + q_3,$$

po dosazení

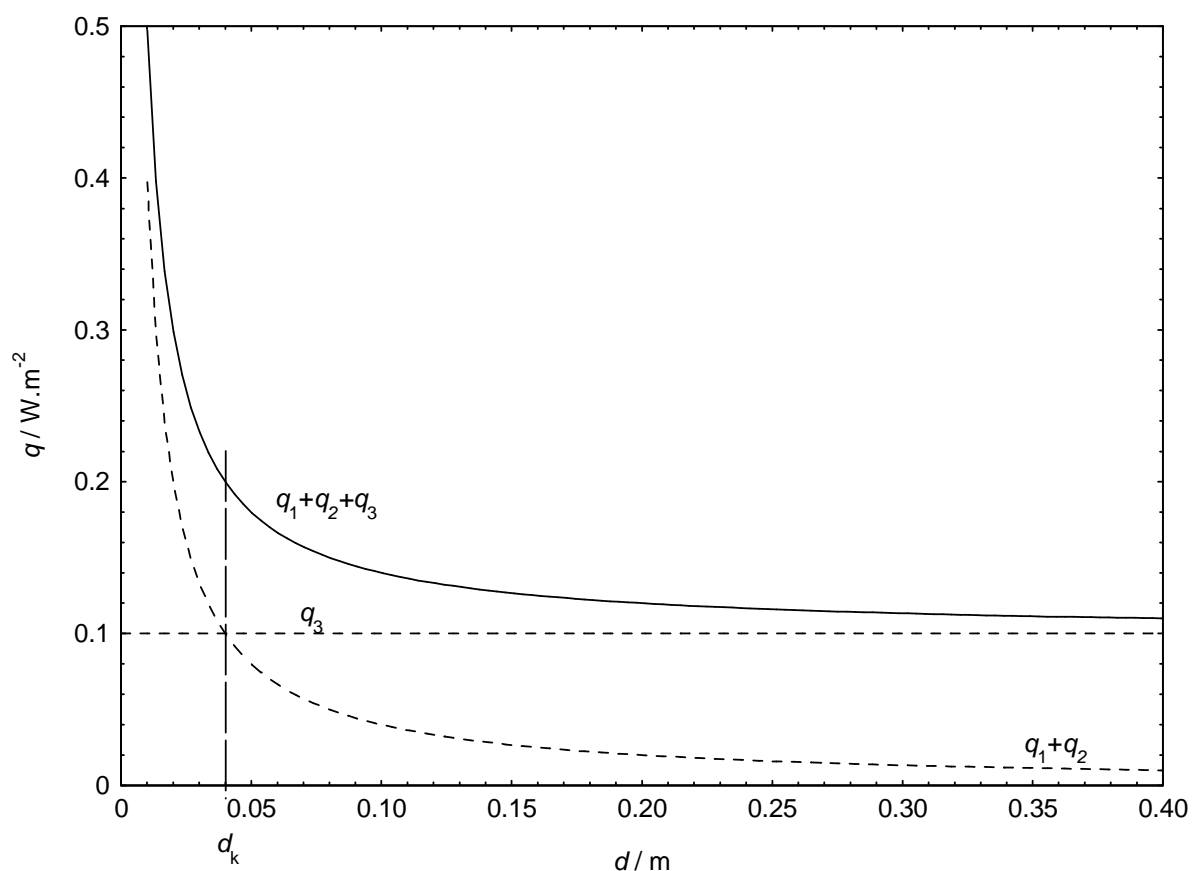
$$q = \lambda_{\text{vzd}} \frac{T_2 - T_1}{d} + \lambda_{\text{ekv}} \frac{T_2 - T_1}{d} + \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_1^4)$$

a po úpravě

$$q = (\lambda_{\text{vzd}} + \lambda_{\text{ekv}}) \frac{T_2 - T_1}{d} + \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_1^4).$$

### b) diskuse výsledků a opatření

První člen poslední rovnice je v závislosti  $q$  na šířce vzduchové vrstvy  $d$  funkce typu  $1/d$ . Druhý člen je v závislosti na  $d$  konstantní. Znamená to, že celkově je přenos tepla vzduchovou mezerou pro malé šířky vzduchu strmě závislý na šířce vzduchové mezery a od určitých kritických šířek  $d_k$  je již hustota tepelného toku nezávislá nebo jen nepodstatně závislá na dalším zvyšování šířky vzduchové mezery. Tento průběh demonstruje následující obrázek.



V reálných případech se kritická šířka  $d_k$  vzduchové mezery pohybuje v okolí hodnot 4 až 8 cm, podle míry zastoupení tepelného přenosu konvencí ve srovnání s tepelným přenosem radiací.

### Opatření

- Stavební konstrukce využívající k tepelné izolaci vzduchových vrstev se navrhuje se šířkou vzduchové mezery přibližně 5 cm.
- Jde-li o svislou vzduchovou mezeru, přenosu konvencí se zabrání vkládáním prosklených mezistěn zabraňujícím cirkulaci vzduchu ve vzduchové mezeře, případně částečně zabrání vkládáním světlo nepropouštějících překážek (plechů) do rámu, které vyčnívají do vzduchové vrstvy.

- c) Povrchy skel obklopující vzduchovou vrstvou se pokrývají antireflexními průhlednými materiály, které mají jednak zabránit průchodu slunečního záření, ale také snížit vyzařování z povrchů skel.