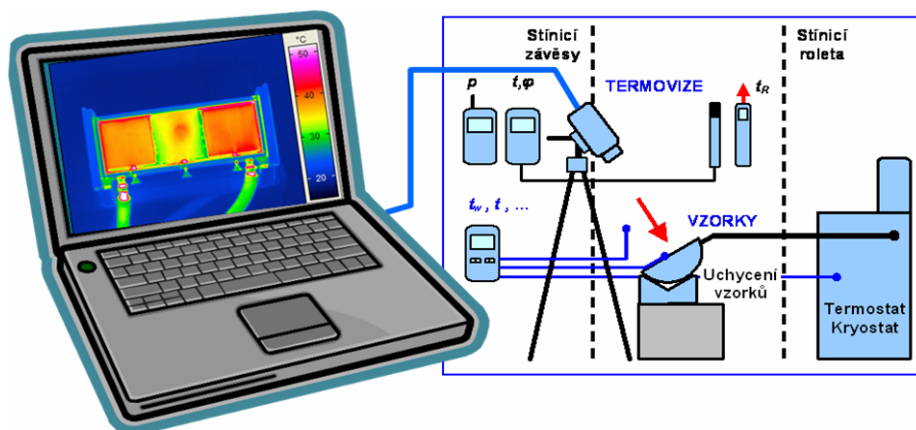


FUNKČNÍ VZOREK ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ EMISIVIT KOMPOZITNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

Milan Pavelek, Eva Janotková

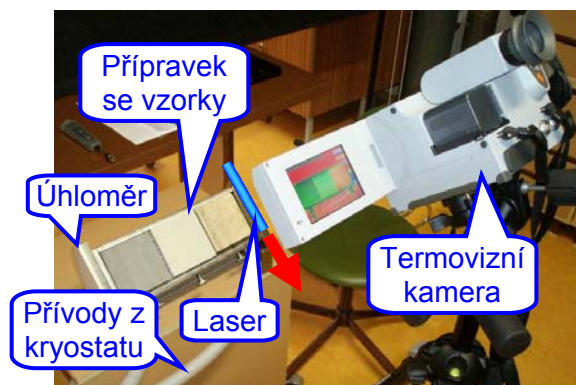
Zařízení pro měření emisivit materiálů ε [-] v oblasti tepelného záření s využitím termovizního systému, viz obr. 1 až 3, je určeno pro heterogenní povrchy, které mívají kompozitní stavební materiály. Zařízení měří střední hodnoty emisivit heterogenních povrchů při teplotách blízkých radiační teplotě okolního prostředí T_R [K]. Jedná se hlavně o hodnoty směrových emisivit $\varepsilon = f(\gamma)$, kde γ je úhel vyzařování, ze kterých se dále vypočítají poloprostorové emisivity ε_{Ω} [-]. Směrové emisivity včetně normálových jsou užitečné pro termovizní měření tepelných ztrát či zisků vytápěných a klimatizovaných objektů, ale také pro řešení tepelné pohody v mikroklimatu. Poloprostorové emisivity jsou užitečné zejména při řešení tepelných bilancí v mikroklimatu.



Obr. 1 Schéma zařízení



Obr. 2 Zařízení se stínícími plochami



Obr. 3 Přípravek se vzorky a termovizní kamera

Popis zařízení:

Zařízení měří emisivitu ohřivaných a ochlazovaných vzorků různých materiálů pomocí termovizní kamery VarioCam propojené s notebookem. Současně jsou měřeny teploty povrchů t_w [°C] zkoumaných vzorků pomocí termočlánků napojených na osmi kanálový teploměr a radiační teploty t_R [°C] pomocí radiačních teploměrů, a to ve vymezeném prostoru s možností variabilního odclonění nežádoucích radiačních zdrojů stínícími plochami. Pro kontrolu případné kondenzace vlhkosti na ochlazovaných vzorcích je také sledován celkový tepelný stav v tomto prostoru (teplota t [°C], tlak p [Pa] a relativní vlhkost φ [-] vzduchu). Vzorky jsou uchycovány na speciálně vyrobený naklápěcí přípravek s deskovým výměníkem tepla, což umožňuje jejich ohřev či ochlazování. Topným nebo chladicím médiem ve výměníku je kapalná směs s nižším bodem tuhnutí připravovaná v termostatu nebo kryostatu. Ustavení vzorků vůči termovizní kameře se provádí laserovým svazkem. Měření ochlazovaných a ohřivaných vzorků umožní získat rovněž informace o trendech hodnot emisivit stavebních materiálů v oblasti interiérových nebo i venkovních teplot.

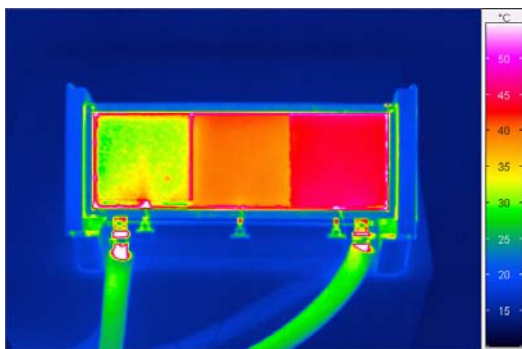
Vyhodnocování měření:

Směrová emisivita ε je vyhodnocována ze skutečné teploty povrchu T_W [K], radiační teploty okolí T_R [K] a radiační teploty povrchu T_T [K] měřené termovizní kamerou při nastavení emisivity na hodnotu jedna. Vyhodnocování se provádí přímo při termovizním měření, nebo lépe následně ze zaznamenaných termogramů, viz obr. 4, pomocí software Irbis. Pro vyhodnocení je použit speciálně odvozený vztah

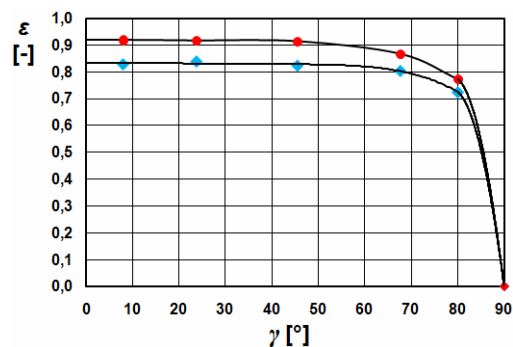
$$\varepsilon = \frac{T_T^{4,721} - T_R^{4,721}}{T_W^{4,721} - T_R^{4,721}} \quad (1)$$

Vztah je platný pro spektrální citlivost termovizní kamery 8 až 13 μm a pro používaný rozsah teplot od -30 do 80 $^{\circ}\text{C}$. Střední poloprostorová emisivita ε_{Ω} [-] je určována ze závislosti směrové emisivity $\varepsilon = f(\gamma)$ na úhlu vyzařování γ [rad] (úhlu pozorování povrchu termovizní kamerou), viz obr. 5. Pro poloprostorovou emisivitu platí vztah

$$\varepsilon_{\Omega} = \int_{\gamma=0}^{\gamma=\pi/2} \varepsilon(\gamma) \cdot \sin(\gamma) \cdot d\gamma \quad (2)$$



Obr. 4 Termogramy ohříváných vzorků polystyrenu, laminátové plovoucí podlahy a sádkkartonu



Obr. 5 Směrové emisivity cihly o teplotě $11,6$ $^{\circ}\text{C}$ \blacklozenge a $44,9$ $^{\circ}\text{C}$ \bullet

Parametry zařízení:

Spektrální citlivost kamery	8 až 13 μm (záření mimo tuto oblast bývá výrazněji pohlcováno vlhkostí obsaženou ve vzduchu)
Rozsah teplot povrchů	-30 do 80 $^{\circ}\text{C}$
Rozsah měřených emisivit	0,1 až 1
Absolutní nejistota měření emisivit	$\pm 0,02$
Rozsah měření směrových emisivit	0 až 80°
Nejistota nastavování směru	$\pm 1^{\circ}$
Vhodné (maximální) rozměry vzorků	100 x 100 x 10 mm

Využití zařízení:

Zařízení je využíváno na pracovišti Odboru termomechaniky a techniky prostředí Energetického ústavu v Laboratoři techniky prostředí A2/309, na adrese FSI VUT v Brně, Technická 2896/2, 61669 Brno.

Zařízení slouží především k měření emisivit pro Výzkumný ústav stavebních hmot v Brně v rámci projektu MPO 2A-3TP1/090 Trvalá prosperita s názvem „Speciální kompozitní materiály s vysokou schopností akumulace infračerveného záření“ a je připraveno pro řešení dalších plánovaných projektů. Zařízení slouží i pro řešení doktorských prací zapojených do projektu GA 101/09/H050 s názvem „Výzkum energeticky úsporných zařízení pro dosažení pohody vnitřního prostředí“ a pro řešení diplomových prací.