

Laboratorní práce

Inspektorem staveb kolem nás

Co je třeba znát

V oblasti vytápění se člověk stále více snaží hledat cesty k maximálnímu šetření energií. Vzhledem k tomu, že nejvíce času trávíme v různých budovách (škola, zaměstnání, doma), staňme se na chvíli inspektory staveb, řešme otázku dobré izolace staveb a tepelných vlastností různých materiálů. Seznámíme se tak s veličinami, které se používají k charakteristice tepelných vlastností různých materiálů nejen ve fyzice, ale také ve stavebnictví.

Každou látku, resp. materiál lze charakterizovat z hlediska tepelných (izolačních) vlastností jejich tepelnou vodivostí, tepelnou kapacitou a schopností tepelné izolace. Zavedíme tzv. **koeficient tepelné vodivosti l** a **koeficient tepelné propustnosti k** .

Hodnoty koeficientu λ jsou pro běžné materiály najdeme v následující tabulce:

Materiál	λ (W/m.K)	Materiál	λ (W/m.K)
stříbro	418	Cihly	0,28-1,2
hliník	229	Sklo	0,6 - 1,0
železo	73	Asfalt	0,7
olovo	34,7	Dřevo	0,15
Led	2,2	skelná vata	0,03 – 0,05
beton	1,5	Polystyrén	0,035 - 0,041

Zavedení konstanty úměrnosti k , tzv. *koeficientu prostupu tepla*, vycházíme ze vztahu pro výpočet toku tepla F stěnou, který zapisujeme ve tvaru $\Phi = kS(t_1 - t_2)$.

S je plocha stěny

t_1 teplota vzduchu uvnitř prostoru

t_2 teplota vzduchu vně prostoru

Uvedený vztah lze přepsat ve tvaru $\Phi = \frac{l}{d} S(t_1' - t_2')$.

l koeficient tepelné vodivosti

d tloušťka stěny

S plocha stěny

t_1' teplota stěny uvnitř

t_2' teplota stěny vně prostoru

Odtud matematickou úpravou vyjádříme $k = \frac{\Phi}{S(t_1 - t_2)}$.

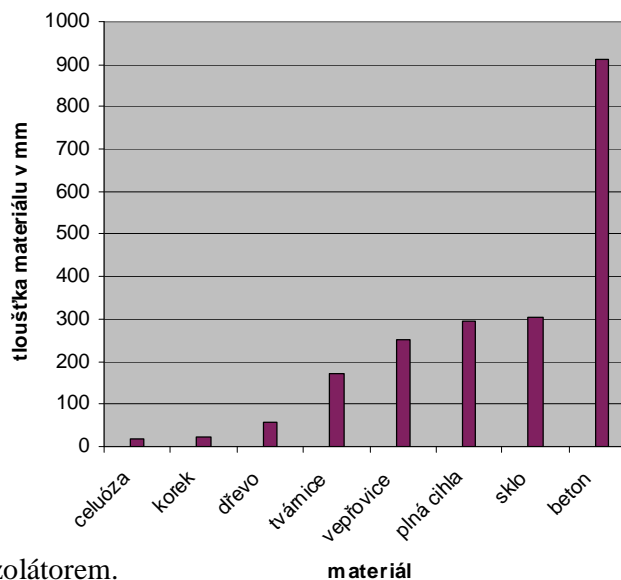
Hodnota koeficientu k je pro různé materiály a typy stěn dána ve stavitelství normativními předpisy, Daná hodnota koeficientu je vztažena k určité tloušťce materiálu – viz následující tabulka:

část stavby	koeficient k ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)
vnější zed'	1,56
okna	5,2
střecha	0,8
stropy sklepů	1,02

Z následující tabulky a grafu snadno zjistíte, jaká je třeba tloušťka stěn z různých materiálů, aby stěna měla stejné izolační vlastnosti.

Izolační vlastnosti materiálů

Materiál	Tloušťka v mm
celulóza	17
korek	22
dřevo	57
tvárnice	170
vepřovice	252
plná cihla	296
sklo	304
beton	913

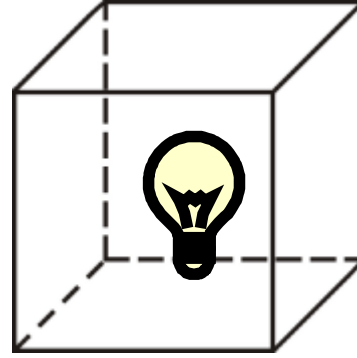


Určete nyní:

- Který z materiálů je nejhorším izolátorem.
- Kolikrát tlustší musí být stěna z betonu než stěna o stejné ploše z celulózy, mají-li mít obě stejné izolační vlastnosti.
- Vyhledejte v odborné literatuře či na internetu následující pojmy:
 - koeficient
 - izolant
 - celulóza
 - vepřovice
 - norma.
- Zjistí složení betonu.

ÚKOL č. 1

Naši zkoumanou stavbu budeme simulovat krabicí (pro jednoduchost čtvercovou)-boxem. Pro konstrukci boxu byl pro své dobré izolační vlastnosti zvolen polystyrén. Zevnitř je box vyhříván pomocí žárovky.



Koeficient k je možné určit také pomocí výkonu žárovky, potom není nutné měřit teploty stěn. Žárovku zapojíme tak, aby její výkon (měřený wattmetrem) byl regulovatelný. Tím lze předem stanovit teplotu, které má být uvnitř boxu dosaženo. Tato teplota je pro všechny materiály stejná. Výkon žárovky regulujeme tak, až nastane ustálený stav (teplota uvnitř boxu se nemění alespoň po dobu pěti minut). Potom stačí započítat stav wattmetru a teplotu vzduchu uvnitř a vně prostoru. Při výpočtech je třeba mít na zřeteli, že 1/6 energie proniká vyměnitelným oknem, zbývajících 5/6 ostatními stěnami boxu. Krabici je třeba umístit na podložky, aby byl umožněn stejný odvod tepla i dnem boxu.

Postup:

1. Změříme:
 - a) rozměry boxu
 - b) tloušťky jeho stěn
 - c) změříme tloušťku materiálu pro vyměnitelnou stěnu
 - d) Vypočteme plochu S .
2. Dovnitř boxu umístíme žárovku o výkonu 40 W a nainstalujeme teploměry pro měření teploty uvnitř boxu (vpichovací digitální teploměr) a stěn boxu uvnitř a vně (pomocí teplotní sondy). Odečteme teplotu místnosti.
3. Zapneme žárovku a v pravidelných intervalech (3 až 5 minut) odečítáme hodnoty teploty na všech teploměrech. Měření zapisujeme tabulky. Měříme asi 40 minut.
4. Z naměřených hodnot vypočítáme velikost tepelného toku ze vztahu $\Phi = \frac{I}{d} S(t_1' - t_2')$, kde t_1' a t_2' jsou teploty stěn uvnitř a vně boxu. Hodnotu koeficientu λ pro příslušný materiál vyhledáme v tabulkách.
5. Vypočteme hodnotu koeficientu k ze vztahu $k = \frac{\Phi}{S(t_1 - t_2)}$, kde t_1 je teplota vzduchu uvnitř boxu a t_2 je teplota vzduchu vně boxu (teplota místnosti, během měření zůstává stálá).
6. Měření opakujeme pro různé materiály výměnného okna (polystyrén, dřevo, sklo, popř. papír).
7. Pomocí elektrického vysoušeče vlasů simulujeme rozdílné povětrnostní podmínky (vítr) v okolí zavřeného a otevřeného „okna“. Porovnáme výsledky měření a provedeme diskusi.

Materiál 1

rozměry boxu

tloušťky stěn

tloušťka materiálu pro výměnnou stěnu

Hodnota λ pro daný materiál

Plocha S

čas/minuty	teplota místnosti / °C	teplota uvnitř boxu / °C	teplota vevnitř na studovaném materiálu / °C	teplota vně na zvoleném materiálu / °C	ϕ	k
průměr						

Materiál 2:

rozměry boxu
Tloušťky stěn
Tloušťka materiálu pro výměnnou stěnu
Hodnota λ pro daný materiál
Plocha S

čas/minuty	teplota místnosti / °C	teplota uvnitř boxu / °C	teplota vevnitř na studovaném materiálu / °C	teplota vně na zvoleném materiálu / °C	Φ	K
průměr						

Závěr: