

# 5 ZKOUŠENÍ IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

## 5.1 Úvod

Tepelně izolační materiály představují skupinu materiálů vyznačujících se velmi nízkou hodnotou součinitele tepelné vodivosti a zpravidla také velmi nízkou objemovou hmotností, která je většinou nižší než  $200 \text{ kg/m}^3$  (s výjimkou speciálních izolantů, kde může být objemová hmotnost vyšší). Terminologie v oblasti tepelně izolačních materiálů a výrobků je uvedena v ČSN EN ISO 9229 (ČSN 72 7000) a jednotlivé zkušební metody jsou dále uvedeny v souvisejících normách třídy ČSN 72 70 xx (ve všech případech se jedná o harmonizované evropské normy). Zkoušení vlastností tepelně izolačních materiálů je v některých případech velmi odlišné od zkoušení konvenčních materiálů, jako je například beton nebo keramika. Příčinou je především velmi nízká objemová hmotnost izolačních materiálů, vysoká nasákavost a často velmi nízké mechanické vlastnosti, kdy u většiny izolantů při zatěžování nedojde k meznímu stavu únosnosti a k porušení zkušební vzorku.

U tepelně izolačních materiálů na bázi přírodních vláken jsou důležité z pohledu jejich využití ve stavebních konstrukcích především následující vlastnosti:

- **Součinitel tepelné vodivosti**, který je možné stanovit buď ve vysušeném stavu při střední teplotě  $+10^\circ\text{C}$ , jako  $\lambda_{10, dry}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] nebo za laboratorní vlhkosti při  $23^\circ\text{C}$  a 50% RH, kde se jedná o  $\lambda_{23,50}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ], a nebo za laboratorních podmínek při teplotě  $+23^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti 80%, kde se jedná o hodnotu  $\lambda_{23,80}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]. Hodnota součinitele tepelné vodivosti se stanoví v souladu s ČSN EN 12667 (odpovídá jednotlivé zkušební metody jsou dle ISO 8301 nebo ISO 8302).
- V daném případě je možné hodnoty přepočítat dle ČSN EN ISO 10 456, za předpokladu, že jsou známé hodnoty rovnovážných sorpčních vlhkostí při výše uvedených laboratorních podmínkách, které se stanoví dle ČSN EN ISO 12571.
- **Tloušťka**, stanoví se dle ČSN EN 823. V případě tepelných izolantů určených do tlakově nezatížených konstrukcí se tloušťka stanovuje při normovém zatížení/dotlaku 50 Pa.
- **Objemová hmotnost**, stanoví se dle ČSN EN 1602. V případě tepelných izolantů určených do tlakově nezatížených konstrukcí se tloušťka stanovuje při normovém zatížení/dotlaku 50 Pa (viz. výše).
- **Nasákavost při (částečném) ponoření**, stanoví se dle:
  - ČSN EN ISO 29767 – stanovení krátkodobé nasákavosti při částečném ponoření. U zateplovacích systémů dle ETAG 004 je maximální povolená hodnota nasákavosti izolantu při částečném ponoření rovna  $1,0 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  za 24 hodin.
  - ČSN EN 12087 - stanovení dlouhodobé nasákavosti při ponoření. U zateplovacích systému je dle ČSN EN 13500 je požadována mezní hodnota  $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , dle ČSN EN 13499 (materiály na bázi EPS) potom hodnota  $0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .
- **Pevnost v tahu kolmo k rovině desky**, stanoví se dle ČSN EN 1607. Tato vlastnost je důležitá z pohledu mechanické stability soudržnosti zateplovacího systému. Jako klíčová se jeví především v případě většího zatížení vlastní tíhou například u fasádních izolací v rámci ETICS – např. při aplikaci obkladových prvků na povrch fasády. Minimální požadovaná hodnota je deklarována dle ČSN EN 13500 nebo ČSN EN 13499 (dle druhu izolantu a způsobu kotvení).
- **Napětí při 10% deformaci (pevnost v tlaku)**, stanoví se dle ČSN EN 826. Z pohledu využití izolantu v konstrukcích ETICS má tato vlastnost význam především z pohledu aplikace ETICS a jeho mechanické stability. I přes skutečnost, že se jedná většinou o méně sledovanou vlastnost (dle ETAG 004 je tato vlastnost považována za nepodstatnou), je nutné, aby napětí při 10% deformaci (případně pevnost v tlaku) dosahovalo jisté minimální hodnoty. Minimální požadovaná hodnota je deklarována dle ČSN EN 13500 nebo ČSN EN 13499 (dle druhu izolantu a způsobu kotvení).
- **Pevnost ve smyku a modul pružnosti ve smyku**, je požadováno dle ETAG 004 a stanoví se dle ČSN EN 12090 (požadované hodnoty udává ETAG 004).

- **Délka a šířka**, stanoví se dle ČSN EN 822. Z pohledu použití izolantu v ETICS je rozhodující odchylka od deklarovaných vlastností výrobcem, přičemž mezní tolerance délky a šířky udávají ČSN EN 13500 a ČSN EN 13499.
- **Rovinnost**, stanoví se dle ČSN EN 825, přičemž mezní tolerance rovinnosti udávají ČSN EN 13500 a ČSN EN 13499.
- **Pravouhlost**, stanoví se dle ČSN EN 824, přičemž mezní tolerance pravouhlosti udávají ČSN EN 13500 a ČSN EN 13499.
- **Faktor difúzního odporu**, stanoví se dle ČSN EN 12086. Jedná se o sledovaný parametr, na který nejsou kladeny z pohledu ČSN EN 13500, ČSN EN 13499 a ETAG 004 obecně žádné požadavky.
- **Dotvarování tlakem**, stanoví se dle ČSN EN 1606. Charakterizuje schopnost materiálu odolávat dlouhodobému účinku zatížení.
- **Rozměrová stabilita za určených teplotních a vlhkostních podmínek**, stanoví se dle ČSN EN 1604.

## 5.2 Stanovení pevnosti v tahu kolmo k rovině desky u tepelně izolačních výrobků používaných ve stavebnictví

Postup stanovení pevnosti v tahu kolmo k rovině desky u tepelně izolačních výrobků je definován v normě ČSN EN 1607. Tato norma definuje pevnost v tahu kolmo k povrchu  $\sigma_{mt}$  jako největší tahovou sílu zaznamenanou v průběhu tahového namáhání kolmo k povrchu výrobku, dělenou plochou průřezu zkušební vzorku. Zkušební zařízení :

- zkušební zařízení pro tahovou zkoušku – lis,
- tuhé desky nebo bloky pro samočinné vyrovnání,
- pryskyřičné lepidlo pro upevnění vzorku mezi tuhé desky či bloky,
- zkušební stroj pro vyvození tahové síly.

Zkušební vzorek je upevněn mezi dvě tuhé desky nebo bloky, které jsou upevněny do zkušebního zařízení pro zkoušku tahem a jsou taženy od sebe stanovenou rychlostí. Zaznamená se největší tahová síla a z ní se pak vypočte pevnost v tahu zkušební vzorku.

Zkušební vzorky jsou hranoly čtvercového průřezu, jejichž strana má normově doporučené rozměry:

- 50 x 50 mm nebo
- 100 x 100 mm nebo
- 150 x 150 mm nebo
- 200 x 200 mm nebo
- 300 x 300 mm.

Lineární rozměry se musí stanovit dle normy ČSN EN 12085 s přesností  $\pm 0,5$  %. Pokud není stanoveno výrobkovou normou jinak, provede se zkouška na 5 zkušebních vzorcích při teplotě vzduchu  $23 \pm 5$  °C.

Nejprve se stanoví průřezová plocha zkušební vzorku ještě před připevněním k dvěma tuhým deskám či blokům. Takto připravený zkušební vzorek se upevní do zkušebního zařízení pro zkoušku tahem upevněním desek či bloků. Během zkoušky se zvyšuje tahová síla se stálou rychlostí posuvu až do porušení, stanoví se maximální síla v kN a způsob porušení materiálu nebo povrchové vrstvy. Pokud došlo k porušení zcela nebo částečně v přilepení zkušební vzorku k tuhým deskám, blokům, tyto vzorky jsou vyloučeny.



Obrázek 5.1: Vzorek upevněný v lisu před zkouškou pevnosti v tahu kolmo k rovině desky.

Pevnost v tahu kolmo k povrchu,  $\sigma_{mt}$  v kPa se určí dle vztahu:

$$\sigma_{mt} = \frac{F_m}{A} = \frac{F_m}{l \cdot b} \quad 5.1$$

kde:  $F_m$  je největší tahová síla [kN],  
 $A$  průřezová plocha zkušební vzorku [m<sup>2</sup>],  
 $l, b$  délka, šířka zkušební vzorku [m].

Výsledkem je střední hodnota jednotlivých měření zaokrouhlená na dvě platné číslice.

### 5.3 Zkouška tlakem u tepelně izolačních výrobků používaných ve stavebnictví

Zkoušku tlakem u tepelně izolačních výrobků používaných ve stavebnictví popisuje norma ČSN EN 826. Podstata zkoušky tkví v tom, že tlaková síla působí danou rychlostí kolmo na větší rovnoběžné povrchy kvádrového zkušební vzorku. Stanoví se maximální tlaková síla přenesená zkušebním vzorkem.

Pokud hodnota maximální síly odpovídá deformaci menší jak 10 %, je označována jako pevnost v tlaku a udává se příslušná deformace. Není-li zjištěno žádné porušení před dosažením 10 % deformace, vypočítá se napětí v tlaku při 10 % deformaci a jeho hodnota se uvede jako napětí v tlaku při 10 % deformaci. Zkušební zařízení:

- zatěžovací stroj,
- zařízení pro měření přetvoření a snímač k měření síly.
- 

Zkušební vzorky musí mít tvar kvádrů s těmito rozměry, jejich výběr závisí na výrobkové normě:

- 50 x 50 mm nebo
- 100 x 100 mm nebo
- 150 x 150 mm nebo
- 200 x 200 mm nebo
- 300 x 300 mm.

Lineární rozměry se musí stanovit dle normy ČSN EN 12085 s přesností  $\pm 0,5$  %, pokud nejsou výrobky rovinné, je nutné je zbrousit či opatřit vhodnou povrchovou úpravou. Pokud není stanoveno výrobkovou normou jinak, provede se zkouška na 5 zkušebních vzorcích při teplotě

vzduchu  $23 \pm 5$  °C. Tlačené plochy zkušební vzorku se umístí centricky mezi rovnoběžnými deskami zatěžovacího stroje. Zkušební vzorek se zatíží počátečním tlakem  $250 \pm 10$  Pa, pokud však nastane u vzorku při tomto počátečním tlaku výrazná deformace, může být použit počáteční tlak 50 Pa. Tloušťka  $d_0$  by měla být stanovena při tomto počátečním tlaku.

Zkušební vzorek je stlačován pohyblivou deskou zatěžovacího stroje konstantní rychlostí  $0,1 d$  za minutu s mezní odchylkou 25 %, kde  $d$  představuje tloušťku zkušební vzorku v milimetrech. Ve zkoušce se pokračuje až k dosažení meze tečení – tím se stanoví pevnost v tlaku, nebo až se docílí poměrné stlačení 10 % a tím může být určeno napětí v tlaku při 10% deformaci. Při této zkoušce se provádí záznam pracovního diagramu. Pevnost v tlaku,  $\sigma_m$  [kPa] se určí dle vztahu:

$$\sigma_m = \frac{10^3 \cdot F_m}{A_0} \quad 5.2$$

kde:  $F_m$  je největší síla [N],  
 $A_0$  počáteční průřez zkušební vzorku [mm<sup>2</sup>].

Napětí při 10% deformaci,  $\sigma_{10}$ , v kPa se určí ze vztahu:

$$\sigma_{10} = \frac{10^3 \cdot F_{10}}{A_0} \quad 5.3$$

kde:  $F_{10}$  je síla odpovídající 10% poměrnému stlačení [N],  
 $A_0$  počáteční průřez zkušební vzorku [mm<sup>2</sup>].

Výsledkem je aritmetický průměr z naměřených výsledků vyjádřený s přesností na tři platné číslice.

## 5.4 Stanovení krátkodobé nasákavosti při částečném ponoření

Při zkoušce stanovení krátkodobé nasákavosti při částečném ponoření u tepelně izolačních výrobků používaných ve stavebnictví se postupuje dle normy ČSN EN ISO 29767. Zkušební zařízení:

- váhy s přesností 0,1 g,
- velká plastová nádoba, kovová mřížka pro zajištění polohy vzorku, odkapávací zařízení.

Podstatou zkoušky je stanovit změnu hmotnosti zkušební vzorku umístěného po dobu 24 hodin spodní stranou ve vodě.

Přebytečná neabsorbovaná voda, která ulpěla na povrchu vzorku se odstraní dle metody:

- a) odkapáním,
- b) odečtením počátečního navlhčení.

Zkušební vzorky jsou hranoly s čtvercovým příčným řezem o straně  $200 \pm 1$  mm, jejich počet je závislý na výrokové normě. Pokud není určeno jinak, min. počet jsou 4 vzorky. Zkušební vzorky musí být kondicionovány při teplotě vzduchu  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %. Další provedení zkoušky vyplývá z příslušné výrokové normy. Další provedení zkoušky vyplývá z příslušné výrokové normy, existují 2 metody zkoušení:

**a) Metoda A – Odkapání přebytečné vody.** Nejprve se určí zvážením počáteční hmotnost vzorku s přesností 0,1 g. Polovina zkušebních vzorků se umístí největší povrchovou plochou směrem nahoru, druhá polovina stejnou plochou směrem dolů. Zkušební vzorek se vloží do prázdné nádoby a zatíží se tak, aby po doplnění vodou zůstal částečně ponořen. Spodní

část vzorku by měla být po celou dobu zkoušky ponořena  $10 \pm 2$  mm pod hladinou vody. Po 24 h se zkušební vzorek vyjme, umístí se vertikálně na síť se sklonem  $45^\circ$  a nechá se po dobu  $10 \pm 0,5$  min okapat. Poté se vzorek zváží a stanoví se jeho hmotnost  $m_{24}$ .

**b) Metoda B – Odpočet počátečního navlhčení.** Nejprve se určí zvážením počáteční hmotnost vzorku s přesností 0,1 g. Polovina zkušebních vzorků se umístí největší povrchovou plochou směrem nahoru, druhá polovina stejnou plochou směrem dolů. Zkušební vzorek se vloží do prázdné nádoby a zatíží se tak, aby po doplnění vodou zůstal částečně ponořen. Spodní část vzorku by měla být po celou dobu zkoušky ponořena  $10 \pm 2$  mm pod hladinou vody. Po 10 s se vzorek vyjme, ve vodorovné poloze se umístí na misku o známé hmotnosti a zváží se, stanoví se hmotnost vzorku s počátečním navlhčením  $m_1$ . Poté se zkušební vzorek přemístí zpět do nádoby, zatíží se tak, aby po doplnění vodou zůstal částečně ponořen. Spodní část vzorku by měla být po celou dobu zkoušky ponořena  $10 \pm 2$  mm pod hladinou vody. Po 24 h se zkušební vzorek vyjme, umístí se ve vodorovné poloze na misku o známé hmotnosti. Poté se vzorek zváží a stanoví se jeho hmotnost  $m_{24}$ .

Výsledkem zkoušky je střední hodnota z jednotlivých naměřených hodnot.

Krátkodobá nasákavost vody při částečném ponoření  $W_p$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

$$\text{metoda A: } W_p = \frac{m_{24} - m_0}{A_p} \quad 5.4$$

$$\text{metoda B: } W_p = \frac{m_{24} - m_1}{A_p} \quad 5.5$$

kde:  $m_0$  je počáteční hmotnost zkušebního vzorku určená dle metody A [kg],  
 $m_1$  hmotnost zkušebního vzorku včetně počátečního navlhčení vodou dle metody B [kg],  
 $m_{24}$  hmotnost zkušebního vzorku po částečném ponoření po dobu 24 h [kg],  
 $A_p$  plocha spodního povrchu zkušebního vzorku [ $\text{m}^2$ ].

$W_p$  se zaokrouhlí na nejbližší  $0,01 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

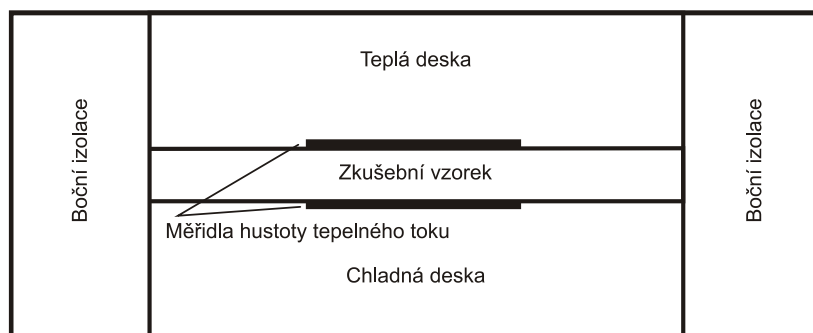
## 5.5 Stanovení součinitele tepelné vodivosti

Součinitel tepelné vodivosti se v souladu s ČSN EN 12667 stanoví v ustáleném stavu dle ISO 8301 nebo ISO 8302, čemuž odpovídá ekvivalentní česká technická norma ČSN 727012. Stanovení součinitele tepelné vodivosti se nejčastěji provádí při střední teplotě  $+10^\circ\text{C}$  a teplotním spádu 10 K jako  $\lambda_{10, dy}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] (pokud je vzorek vysušený).

Pro stanovení součinitele tepelné vodivosti se nejčastěji využívají metody desky, a to jednak metoda chráněné teplé desky (dle ISO 8302) nebo metoda měřidla tepelného toku (dle ISO 8301). V textu níže je popsána jednodušší a rozšířenější metoda měřidla tepelného toku.

Stacionární metoda měřidla tepelného toku (ČSN 72 7012-3; ISO 8301) je modifikací metody chráněné teplé desky. Metoda tedy předpokládá navození ustáleného teplotního stavu před počátkem měření. Ustálený teplotní stav je pro potřeby této normy definován obdobně jako definice ustáleného teplotního stavu pro metodu chráněné teplé desky. Rovněž délka a počet měřicích intervalů je definován shodně jako u metody chráněné teplé desky.

Měření součinitele tepelné vodivosti probíhá na zařízení schematicky znázorněném na obrázku níže.



Obrázek 5.2: Konstrukční schéma měřícího zařízení pro stanovení součinitele tepelné vodivosti dle ČSN 72 7012-3; ISO 8301.

Principem stanovení hodnoty součinitele tepelné vodivosti je na rozdíl do metody chráněné teplé desky sledování hustoty tepelného toku pomocí měřidel hustoty tepelného toku (série diferenčních termočlánků), které jsou umístěny v rovině rozhraní zkušební vzorku a měřících desek. Měřící desky jsou temperovány na konstantní teplotu a po dosažení ustáleného teplotního stavu se provádí odečet napětí na měřících hustoty tepelného toku, které je úměrné hodnotě součinitele tepelné vodivosti zkušební vzorku. Platí:

$$q_d = U \cdot k_m \quad 5.6$$

kde:  $U$  průměrná hodnota napětí na obou měřidlech hustoty tepelného toku [V],  
 $k_m$  kalibrační konstanta [ $W \cdot m^{-2}$ ].

Vzhledem k tomu, že se jedná o metodu sekundární, je nutné měřící aparaturu předem kalibrovat referenčním vzorkem a určit konstantu  $k_m$  pro přepočet naměřeného napětí na hodnotu hustoty tepelného toku  $q_d$  [ $W \cdot m^{-2}$ ]. Z naměřených hodnot se vypočte hodnota součinitele tepelné vodivosti  $\lambda_{sam}$  [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ] dle vztahu:

$$\lambda_{sam} = \frac{U \cdot k_m \cdot d_m}{\theta_{hd} - \theta_{cd}} \quad 5.7$$

kde:  $d_m$  průměrná hodnota tloušťky zkušební vzorku [m],  
 $\theta_{hd}$  výpočtová hodnota povrchové teploty teplé strany zkušební vzorku [ $^{\circ}C$ ],  
 $\theta_{cd}$  výpočtová hodnota povrchové teploty chladné strany zkušební vzorku [ $^{\circ}C$ ].

## 5.6 Stanovení rozměrové stability za určených teplotních a vlhkostních podmínek

Podstatou zkoušky je stanovit změny lineárních rozměrů zkušebních vzorků, které byly nejprve kondicionovány a poté vystaveny po stanovenou dobu specifikovanému prostředí a poté opět kondicionovány.

Zkušební vzorky musí být nejprve kondicionovány při teplotě vzduchu  $23 \pm 2 \text{ }^{\circ}C$  a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5 \%$  pro dosažení rovnovážného stavu.

U každého kondicionovaného vzorku se na 3 místech, dle ČSN EN 1604, určí počáteční délka  $l_{01}, l_{02}, l_{03}$  a počáteční šířka  $b_{01}, b_{02}, b_{03}$ , počáteční tloušťka se určí na 5 místech  $d_{01}, d_{02}, d_{03}, d_{04}, d_{05}$ . Pro určení lineárních rozměrů zkušebních vzorků se postupuje podle ČSN EN 12085, dále pak dle ČSN EN 822 Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Stanovení délky a šířky, ČSN EN 823 Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Stanovení tloušťky, s přesností 0,1 mm.

Soubor vzorků je pak vystaven po dobu  $24 \pm 1$  h zkušebními podmínkám.

Možné zkušební podmínky definované normou:

a) Pro stanovenou teplotu bez určení relativní vlhkosti

- $-40 \pm 2$  °C
- $-30 \pm 2$  °C
- $+40 \pm 2$  °C
- $+60 \pm 2$  °C

b) Pro stanovenou teplotu a relativní vlhkost určenou v rozmezí 30 % až 90 % s přesností  $\pm 5$  % relativní vlhkosti

- $+20 \pm 2$  °C
- $+23 \pm 2$  °C
- $+60 \pm 2$  °C
- $+70 \pm 2$  °C

Lze však použít i jiné podmínky. Z důvodu časového omezení laboratorního cvičení budou vzorky podrobeny podmínkám, které určí vedoucí cvičení.

Po vystavení zkušebních vzorků ve specifikovaných podmínkách se vzorky vyjmou a vystaví po danou dobu teplotě  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 5$  %.

Poté je u vzorků určena konečná délka  $l_{t1}$ ,  $l_{t2}$ ,  $l_{t3}$ , šířka  $b_{t1}$ ,  $b_{t2}$ ,  $b_{t3}$  a tloušťka  $d_{t1}$ ,  $d_{t2}$ ,  $d_{t3}$ ,  $d_{t4}$ ,  $d_{t5}$  na stejných místech počátečního měření vzorků. Vzorky se posoudí i vizuálně.

Pro tuto zkoušku budou sledovány 2 sady vzorků po 3 kusech. Každá sada bude mít odlišné zkušební podmínky. Vzhledem k časovému omezení budou studentům k dispozici již naměřené počáteční hodnoty měření  $l_0$ ,  $b_0$ ,  $d_0$ . Zkušební vzorky z jednotlivých sad budou již 24 hodin před laboratorním cvičením umístěny do těchto zkušebních podmínek:

- teplota  $50 \pm 2$  °C a relativní vlhkost vzduchu  $80 \pm 5$  %,
- teplota  $80 \pm 2$  °C.

Vzorky budou vyjmuty ze zkušebních podmínek a po dobu 30 minut vystaveny laboratorním podmínkám. Poté budou u zkušebních vzorků stanoveny konečné hodnoty  $l_t$ ,  $b_t$ ,  $d_t$ .

Změny rozměrů  $\Delta\varepsilon_l$ ,  $\Delta\varepsilon_b$ ,  $\Delta\varepsilon_d$  [%]:

$$\Delta\varepsilon_l = \frac{l_t - l_0}{l_0} \quad 5.8$$

$$\Delta\varepsilon_b = \frac{b_t - b_0}{b_0} \quad 5.9$$

$$\Delta\varepsilon_d = \frac{d_t - d_0}{d_0} \quad 5.10$$

kde:  $l_0$ ,  $b_0$ ,  $d_0$  jsou počáteční rozměry po kondicionování v mm,  
 $l_t$ ,  $b_t$ ,  $d_t$  konečné rozměry po vystavení v mm.

Z jednotlivých výsledků zkoušek se vypočítá střední hodnota každé rozměrové změny  $\Delta\varepsilon_l$ ,  $\Delta\varepsilon_b$ ,  $\Delta\varepsilon_d$ . Změny rozměrů  $\Delta\varepsilon_l$ ,  $\Delta\varepsilon_b$ ,  $\Delta\varepsilon_d$  zaokrouhlujeme na 0,1 %.

Protokol <b>STANOVENÍ VLASTNOSTÍ          IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ</b>	<b>A2</b>
Vyučující:	

## ZADÁNÍ ÚLOHY A ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ IZOLANTU

Stanovte klíčové vlastnosti izolantů:

- Objemovou hmotnost  $\rho_v$  [kg/m<sup>3</sup>],
- Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda_{sam}$  [W/(m.K)] ,
- Nasákavost při částečném ponoření  $W_p$  [kg/m<sup>2</sup>],
- Napětí při 10% deformaci  $\sigma_{10}$ , [kPa].

### Popis a základní vlastnosti zkušebních vzorků:

Popis a označení materiálu (zkušebního vzorku): .....

Průměrná hodnota tloušťky zkušebního vzorku  $d_m = \dots\dots\dots$  m,

Délka zkušebního vzorku:  $l_1 = \dots\dots\dots$  m,

Šířka zkušebního vzorku:  $l_2 = \dots\dots\dots$  m,

Hmotnost zkušebního vzorku/ počáteční hmotnost vzorku určená pro zkoušku nasákavosti při částečném ponoření dle metody A:  $m / m_0 = \dots\dots\dots$  kg.

Objemová hmotnost materiálu:  $\rho_v = \dots\dots\dots$  kg/m<sup>3</sup>.

### Stanovení součinitele tepelné vodivosti v ustáleném stavu metodou desky dle ČSN 12667 (metoda měřidla tepelného toku dle ISO 8301):

Krátký popis provádění zkoušky:

.....  
 .....

Průměrná hodnota tloušťky zkušebního vzorku:  $d_m = \dots\dots\dots$  m,

Povrchová teplota teplé strany zkušebního vzorku:  $\theta_{hd} = \dots\dots\dots$  °C,

Povrchová teplota chladné strany zkušebního vzorku:  $\theta_{cd} = \dots\dots\dots$  °C,

Napětí na měřidlech hustoty tepelného toku:  $U = \dots\dots\dots$  V,

Kalibrační konstanta:  $k_m = \dots\dots\dots$  W/(V.m<sup>2</sup>),

Součinitel tepelné vodivosti:  $\lambda_{sam} = \dots\dots\dots$  W/(m.K).

### Stanovení nasákavosti při částečném ponoření dle ČSN EN ISO 29767:

Krátký popis provádění zkoušky:

.....  
 .....



