



CENTRUM STAVEBNÍHO INŽENÝRSTVÍ a. s.
pracoviště Zlín, K Cihelně 304, 764 32 Zlín - Louky

Zkušebna fyzikálních vlastností materiálů, konstrukcí a budov - Zlín
č. 1007.1, akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005



Protokol o zkoušce č. 225/18

Stanovení tepelného odporu a tepelné vodivosti podle ČSN EN 12664

| | | | |
|-------------|--|----------------|----------|
| Zakázka č: | 863 489 | Počet stran: | 4 |
| | | Počet výtisků: | 3 |
| | | Výtisk číslo: | 2 |
| Objednatel: | STROJEASTAVBY TVRDOŇ s.r.o. Hranice VII – Slavíč 116 753 61 HRANICE | IČ:- | 25899112 |
| Výrobce: | viz objednatel | | |
| Výrobna: | viz objednatel | | |

Předmět zkoušky: **Desky z polystyrenbetonu Izobeton**

Výsledek zkoušky: **Viz kapitola 8**

| | |
|---|-------------------------------------|
| Datum převzetí vzorků: | 16. 4. 2018 |
| Datum vykonání zkoušky: | 26. 4. – 30. 5. 2018 |
| Zkoušku provedla: | Laboratoř stavební tepelné techniky |
| Technický vedoucí laboratoře: | Ing. Nizar Al-Hajjar |
| Vedoucí zkušební laboratoře číslo 1007.1: | Ing. Miroslav Figalla |

Nizar Al-Hajjar
.....
Miroslav Figalla
.....

Akreditovaná zkušební laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají jen předmětu těchto zkoušek a neznamenají schválení nebo osvědčení výrobku. Protokol se nesmí bez písemného souhlasu zkušební laboratoře reprodukovat jinak, než celý.

Datum: 25. 6. 2018



1. ZADÁNÍ ZKOUŠKY

Na základě objednávky ze dne 16. 4. 2018 a v rámci zakázky evidenční číslo 863 489, provedla zkušebna fyzikálních vlastností materiálů, konstrukcí a budov č. 1007.1 CSI Praha, a.s., pracoviště Zlín pro objednatele STROJEASTAVBY TVRDOŇ s.r.o., Hranice VII – Slavíč 116, 753 61 HRANICE, zkoušku tepelné vodivosti a tepelného odporu desek z polystyrenbetonu Izobeton podle ČSN EN 12664. Dále z naměřených hodnot tepelné vodivosti vzorků, hmotnostní vlhkosti a hygroskopické (sorpční) materiálu vzorků je úkolem stanovit deklarovanou tepelnou vodivostí podle ČSN EN ISO 10456 a charakteristickou tepelnou vodivost podle národní normy ČSN 730540-3 „Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin“.

2. POPIS PŘEDMĚTU ZKOUŠKY

Zkouška byla provedena podle ČSN EN 12664: „Tepelné chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení tepelného odporu metodami chráněné topné desky a měřidla tepelného toku - Suché a vlhké výrobky o středním a nízkém tepelném odporu“. Cílem zkoušky je stanovit ekvivalentní tepelnou vodivost λ pomocí naměřeného tepelného odporu R dodaných vzorků desek při střední teplotě vzorku cca $t_{str} = 10$ °C při dané hmotnostní vlhkosti a dále při hmotnostní vlhkosti materiálu navlhčeného vybraného vzorku za účelem stanovení lineární závislosti tepelné vodivosti vzorků na hmotnostní vlhkosti materiálu. Součástí zkoušky je stanovení objemové hmotnosti materiálu v suchém stavu ρ_d v kg/m^3 .

3. POPIS ZKOUŠENÉHO MATERIÁLU

Objednatel dodal do zkušební laboratoře – laboratoře tepelné techniky ke zkouškám 8 desek vzorků izobetonu o rozměru cca (250 x 250 x 30) mm. Vzorky byly označeny čísly 059-1/18 až 059-8/18.

Stav vzorků při převzetí: Bez zjevných závad.

4. POUŽITÉ ZKUŠEBNÍ PŘEDPISY A ZKUŠEBNÍ TECHNIKA

4.1 Předpisy

| | |
|-----------------------|------------------|
| - Zkušební předpis | ISO 12664 |
| - Související předpis | ČSN EN ISO 10456 |
| - Související předpis | ČSN 73 0540-3 |

4.2 Zkušební technika

| | |
|-------------------------|-----------|
| - Deskový přístroj P 25 | Z 07 1002 |
| - Sušárna STE-39/III | Z 07 1005 |
| - Váhy OWA LABOR | M 07 1051 |
| - Ocelový stáčecí metr | M 07 1104 |
| - Tloušťkoměr | M 07 1073 |
| - Digitální tloušťkoměr | M 07 1098 |

5. ODCHYLKY OD ZKUŠEBNÍCH POSTUPŮ

6. POUŽITÉ NENORMALIZOVANÉ METODY

7. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

| | |
|---|-----------------------|
| Průměrná teplota vzduchu v laboratoři při měření: | 20 °C |
| Průměrná relativní vlhkost vzduchu v laboratoři: | 48 % |
| Měřicí plocha Z 07 1002 (250 mm x 250 mm) | 0,0225 m ² |

Tabulky naměřených hodnot

| Číslo vzorku | TLoušťka / Hmotnostní vlhkost | Objemová hmotnost v suchém stavu ρ_d | Tepelný tok měřic- í plochy P | Střední teplota t_m | Rozdíl povrcho- vých tep- lot Δ_t | Tepelný odpor R | Tepelná vodivost λ |
|--------------|----------------------------------|---|--|-----------------------------|--|-------------------------|----------------------------------|
| | d / U_m | | | | | | |
| | mm / % | | | | | | |
| 059-1/18 | 29,9 / 2,25 | 833,6 | 1,6105 | 9,91 | 9,367 | 0,1309 | 0,2285 |
| | 29,9 / 10,11 | | 1,7688 | 10,11 | 7,149 | 0,0909 | 0,3288 |
| 059-2/18 | 30,3 / 3,03 | 762,0 | 1,4210 | 10,22 | 10,547 | 0,1670 | 0,1814 |
| 059-3/18 | 31,1 / 2,29 | 890,9 | 1,5909 | 10,12 | 8,286 | 0,1172 | 0,2654 |
| 059-4/18 | 31,0 / 2,03 | 751,0 | 1,2187 | 10,12 | 10,132 | 0,1871 | 0,1657 |
| | 31,0 / 7,85 | | 1,1214 | 9,79 | 7,562 | 0,1517 | 0,2043 |
| 059-5/18 | 30,4 / 2,10 | 894,2 | 1,7140 | 10,17 | 8,706 | 0,1143 | 0,2660 |
| 059-6/18 | 30,0 / 1,90 | 832,1 | 1,1383 | 9,82 | 7,921 | 0,1566 | 0,1916 |
| 059-7/18 | 30,6 / 2,87 | 744,3 | 1,3538 | 10,15 | 8,835 | 0,1468 | 0,2084 |
| 059-8/18 | 30,5 / 2,59 | 743,0 | 1,0558 | 10,19 | 9,415 | 0,2006 | 0,1520 |

8. Vyhodnocení

Na vybraných dvou vzorcích č. 059-1/18 a 059-4/18 (viz tabulka naměřených hodnot) byla provedena zkouška tepelné vodivosti při vlhčeném vzorku (dolní řádek) na účel stanovení lineární závislosti tepelné vodivosti na hmotnostní vlhkosti materiálu vzorku a oba zjištěné vztahy jsou následující:

$$\text{Vzorek č. 059-1/18: } \lambda_u = 0,19979 + 0,01276 \cdot u_m \quad (1)$$

$$\text{Vzorek č. 059-1/18: } \lambda_u = 0,15224 + 0,00663 \cdot u_m \quad (2)$$

Vztah (3) reprezentuje průměrnou výslednou závislost tepelné vodivosti obou vzorků na hmotnostní vlhkosti jejich materiálu:

$$\lambda_u = 0,1760 + 0,0097 \cdot u_m \quad (3)$$

Při uvažování průměrné hodnoty směrnice lineární závislosti 0,0097 ze vztahu (3) a naměřených počátečních hodnot tepelné vodivosti se stanoví pro každý vzorek tepelná vodivost v suchém stavu, které postupně od vzorku č. 059-1/18 až 059-8/18 jsou následující: 0,2067; 0,1520; 0,2432; 0,1460; 0,2456; 0,1732; 0,1806; 0,1269. Průměrná hodnota všech 8 vzorků činí 0,1843 W/(m.K).

Z toho plyne výsledná závislost tepelné vodivosti vzorků na hmotnostní vlhkosti jejich materiálu:

$$\lambda_u = 0,1843 + 0,0097 \cdot u_m \quad (4)$$

Tabulka vyhodnocených výsledků:

| Technický předpis | Zkušební metoda | Číslo vzorku | Tepelná vodivost λ_{10} [W/(m·K)] | Tepelný odpor R [m ² ·K/W] |
|-------------------|-----------------|--------------|--|--|
| ČSN 73 0540-3 | ČSN EN 12664 | 059-1/18 | 0,2285 | 0,1309 |
| | | 059-2/18 | 0,1814 | 0,1670 |
| | | 059-3/18 | 0,2654 | 0,1172 |
| | | 059-4/18 | 0,1657 | 0,1871 |
| | | 059-5/18 | 0,2660 | 0,1143 |
| | | 059-6/18 | 0,1916 | 0,1566 |
| | | 059-7/18 | 0,2084 | 0,1468 |
| | | 059-8/18 | 0,1520 | 0,2006 |

Rozšířená nejistota měření $u_{(\lambda)} = 2,5 \%$.

Deklarovaná hodnota tepelné vodivosti stanovená podle ČSN EN ISO 10456

Podle postupu uvedeného v příloze B.2 a na základě naměřených hodnot se deklarovaná tepelná vodivost stanoví podle následujícího vztahu:

$$L_s = \bar{\lambda} + k_2 \cdot s \quad (5)$$

Kde $\bar{\lambda} = 0,2074 \text{ W/(m.K)}$ je střední hodnota tepelné vodivosti;

k_2 je součinitel pro jednostranné statistické toleranční meze (interval) pravděpodobnosti 90 %, jehož hodnota je 2,22 (viz tabulka C.1);

$s = 0,04306 \text{ W/(m.K)}$ je odhad směrodatné odchylky.

Na základě uvedených hodnot je deklarovaná hodnota tepelné vodivosti zkoušených 8 vzorků při střední teplotě 10 °C po zaokrouhlení je:

$$L_s = 0,31 \text{ W/(m.K)}.$$

Charakteristická tepelná vodivost λ_k stanovená podle národní normy ČSN 730540-3

Pro stanovení charakteristické tepelné vodivosti zkoušených vzorků je nutné stanovit charakteristickou hmotnostní vlhkost $u_{23/80}$ v %. Tato veličina byla stanovena (viz protokol č. 186/18 vypracovaný CSI 25.5.2018) a její průměrná hodnota činí 4,59 %. Hodnota λ_k se pak stanoví podle vztahu (4) po dosažení charakteristické hmotnostní vlhkosti a její hodnota je:

$$\lambda_k = 0,230 \text{ W/(m.K)}.$$

Další důležitá veličina je vlhkostní součinitel materiálu Z_u [-], který se definuje jako míra změny tepelné vodivosti materiálu při změně jeho hmotnostní vlhkosti, vztážená k charakteristické hodnotě tepelné vodivosti materiálu. Tento parametr se uvádí v ČSN 730540-3 příloze A, tabulce A.1 pro každý stavební nebo izolační materiál při stanovení návrhové hodnoty tepelné vodivosti. Vlhkostní součinitel materiálu dán vztahem:

$$Z_u = \frac{a_2}{\lambda_k} \quad (6)$$

Kde a_2 je součinitel regresní lineární závislosti tepelné vodivosti na hmotnostní vlhkosti, který odpovídá směrnici závislosti, jehož hodnota je $a_2 = 0,0097$ (viz vztah 3). Hodnota Z_u pak činí 0,042.

Zkoušku provedl:
Protokol vypracoval:

Petr Pokorný
Ing. Nizar Al-Hajjar