

Mladá veda

Young Science

**Vzt'ah výkonovej motivácie
a aktívneho učenia sa študentov
Osobní vzťah ty & já a budoucnost společnosti
Džungl'a v teórii "business intelligence"**

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 1, ročník 8., vydané v júni 2020

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Starý židovský cintorín, Veľký Šariš. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

SORPČNÉ CHARAKTERISTIKY TEPELNOIZOLAČNÝCH MATERIÁLOV NA BÁZE ĽANU A KONOPE

SORPTION CHARACTERISTICS OF THERMAL INSULATION MATERIALS BASED
ON FLAX AND HEMP

Katarína E. Hellová, Stanislav Unčík, Terézia Cabanová ¹

Katarína Hellová je študentkou III. stupňa štúdia na Stavebnej fakulte STU v Bratislave, študijný odbor Technológia stavieb a pôsobí na Katedre materiálového inžinierstva. Momentálne pracuje na svojej dizertačnej práci, v ktorej sa venuje tepelno-technickým vlastnostiam pórovitých stavebných materiálov, konkrétne tepelnoizolačných materiálov, zmenám vlastností týchto materiálov pri simulácii rôznych vonkajších podmienok, skúmaniu nových tepelno-izolačných materiálov s biologickým pôvodom (názov témy je „Modelovanie transportu vlhkosti a tepla pórovitými stavebnými materiálmi“).

Stanislav Unčík sa narodil v Trenčíne 5. júna 1959. Vyštudoval Materiálové inžinierstvo na Stavebnej fakulte STU v Bratislave, kde promoval (1983), následne skončil doktorandúru s titulom PhD (1990), habilitovaný bol v odbore nekovové a stavebné materiály (2001) a od roku 2013 sa stal profesorom (2013). V súčasnosti vyučuje na fakulte stavebné materiály a technológiu betónu. Počas svojho profesionálneho života sa venoval výskumu rôznych druhov stavebných materiálov. Jeho odborné zameranie bolo predovšetkým na technológiu betónu všeobecne a koróziu betónu, trvanlivosť betónovej konštrukcie a využitie prímiesí do betónu. V posledných rokoch sa venuje problematike recyklácie stavebných materiálov a využitiu odpadových produktov pri výrobe stavebných materiálov s dôrazom aj na akustické vlastnosti týchto materiálov a tiež aj transportu vlhkosti v pórovitých materiáloch. Je členom Technickej komisie pre betónové konštrukcie a členom redakčnej rady Slovak Journal of Civil Engineering.

Terézia Cabanová pôsobí ako interný doktorand na Katedre materiálového inžinierstva Stavebnej fakulty na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje problematike materiálov s fázovou zmenou aplikovaných do transparentných fasádnych systémov, kde hlavným zámerom je znížiť spotrebu energie budovy a zabezpečiť tepelný a vizuálny komfort interiéru.

¹ Ing. Katarína E. Hellová, prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD., Ing. Terézia Cabanová, Katedra materiálového inžinierstva, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 11, 810 05, Bratislava
E-mail: k.hellova@stuba.sk, terezia.cabanova@stuba.sk, stanislav.uncik@stuba.sk

Katarína Hellová is in third year of PhD. studies at the Faculty of Civil Engineering of the Slovak University of Technology in Bratislava, Department of Construction Technology and works at the Department of Materials Engineering. She is currently working on her dissertation work, in which she focused on thermo-technical features of porous construction materials, specifically thermal insulation materials, changes in the features of these materials under simulation of various external conditions. She also researching new thermo-insulation materials with biological origin.

Stanislav Unčík was born in Trenčín on 5th of June 1959. He studied material engineering at the Faculty of Civil engineering at STU Bratislava, where he graduated (1983), received his PhD degree (1990), habilitated in the field non-metallic and building materials (2001) and become a full professor in (2013). Now he is teaching Building Materials and Concrete Technology at the faculty. During his professional life he has been active in the research of different kind of building materials. His professional attention was focused first of all on the concrete technology in general and corrosion of concrete, durability of concrete construction and utilization of admixture to concrete particular. In the last years he has been involved in the problem of recycling of building materials and utilization of waste product in the production of building materials with accent also on the acoustic properties of these materials and as well as moisture transport in porous materials. He is member of Technical committee of Concrete Construction and member of Editorial board of Slovak Journal of Civil Engineering.

Terézia Cabanová acts as an internal doctoral student at the Department of Materials Engineering, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava. In her dissertation thesis she focuses on the issues of materials with phase change applied to transparent facade systems, where the main purpose is to reduce the energy consumption of the building and ensure thermal and visual comfort of the interior.

Abstract

The publication deals with the sorption and desorption characteristics of thermal insulation materials such as hemp and flax. These materials, which are classified as ecological, are characterized by a high sorption capacity, which means that they can absorb moisture from the environment. Changes in the properties of these materials when changing the relative humidity and their comparison, allows us to determine their advantages and disadvantages, and also whether the insulation is suitable for incorporation into the structure of the building. Thermal-technical and hygroscopic properties were monitored, mainly a change in the coefficient of thermal conductivity and a change in equilibrium humidity. These properties were monitored with a change in relative humidity from 20% to 95%.

Key words: Young Science, scientific journal, thermal insulation materials, hemp, flax

Abstrakt

Publikácia sa zaoberá sorpčnými a desorpčnými charakteristikami tepelnoizolačných materiálov ako je konope a ľan. Tieto materiály, ktoré sa radia medzi ekologické, sa vyznačujú vysokou sorpčnou schopnosťou, čo znamená, že dokážu prijať vlhkosť z okolitého prostredia. Jednotlivé zistenie zmien vlastností týchto materiálov pri zmene relatívnej vlhkosti

a ich porovnanie, nám umožňuje zistiť, ich výhody a nevýhody, a taktiež či daná izolácia je vhodná na zabudovanie do konštrukcie stavby. Sledované boli tepelno-technické a hygroskopické vlastnosti a to hlavne zmena súčiniteľa tepelnej vodivosti a zmena rovnovážnej vlhkosti. Tieto vlastnosti boli sledované pri zmene relatívnej vlhkosti od 20% až po 95%.

Kľúčové slová: tepelnoizolačný materiál, konope, ľan

Úvod

Ako uvádza STN EN 74 054, od roku 2021 je cieľom výstavba energeticky nulových budov. Požiadavky sú aj na už postavené budovy, a to na zníženie spotreby energie o viac ako 20% (napr. zateplením budovy), ďalej využívanie energie z obnoviteľných zdrojov o viac ako 20%. Tieto ciele sú u nás na Slovensku záväzné. Normové požiadavky sú orientované na steny, strechu, podlahy a okná [1, 2, 3]. Jednou z možností dosiahnutia nulovej spotreby energie je správny výber a použitie tepelnoizolačných materiálov. Na Slovensku sa najčastejšie používajú tepelnoizolačné materiály ako sú minerálna vlna, či polystyrén. Mnohí z nás ani neuvažujú nad použitím iného druhu, pretože tento spôsob aplikácie pri výstavbe je zaužívaný a vyhovujúci. Neuvedomujeme si, že na trhu existujú materiály, ktoré majú azda aj lepšie izolačné vlastnosti a sú dokonca ekologické. Publikácia preto porovnáva tepelno-technické a hygroskopické vlastnosti ekologických materiálov pozostávajúcich zo slamy, ľanu, a konope.

Metodika práce

Merania prebiehali v laboratórnych podmienkach. Laboratórium stavebných materiálov sa nachádza na stavebnej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Použitá bola klimatická komora, kde sa po každej zmene relatívnej vlhkosti vykonávali merania hmotnosti materiálu a pomocou ISOMETU 2114, merania súčiniteľa tepelnej vodivosti $[\lambda]$. Postup výskumu spočíval v príprave, testovacom procese a vyhodnotení výsledkov.

Zariadenia

Pri výskume bola použitá klimatická komora, ktorá klimatických testovanie na základe zmeny vlhkosti prostredia. Ďalej laboratórne váhy a ISOMET 2114, ktorý pracuje ako prenosný systém na meranie vlastností prenosu tepla materiálov.



Obr. 1 - Klimatická komora, Zdroj: autori



Obr. 2 - ISOMET 2114, Zdroj: autori

Použité materiály

- Izolácia na báze ľanových vlákien

Prírodný stavebný materiál vyrobený z ľanových vlákien a BiCo vlákna (spojiva) a sódy, ktorá spomaľuje horenie.

Vlastnosti:



Obr. 3- Ľan, Zdroj: autori

Hrúbka	50 mm
Objemová hmotnosť	$\rho = 35 \text{ kg/m}^3$
Súčiniteľ tepelnej vodivosti	$\lambda = 0,039 \text{ W/m.K}$
Faktor difúzneho odporu	$\mu = 5,7$

Tabuľka 1 – Vlastnosti izolácie z ľanových vlákien, Zdroj: autori

- Izolačná doska z konope

Prírodný stavebný materiál z technického konope. Tento stavebný materiál bol používaný v minulosti oveľa častejšie a v dnešnej dobe prežíva veľký návrat. Okrem jeho ekologických výhod má výborné tepelnoizolačné, akustické a protipožiarne vlastnosti. Je vyrábaný vo flexibilnej ale aj tuhej forme.

Vlastnosti:



Obr. 4 – Konope, Zdroj: autori

Hrúbka	100 mm
Objemová hmotnosť	$\rho = 100 \text{ kg/m}^3$
Súčiniteľ tepelnej vodivosti	$\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$
Faktor difúzneho odporu	$\mu = 3,9$

Tabuľka 2 – Vlastnosti konopnej izolačnej dosky, Zdroj: autori

Stanovenie rovnovážnej vlhkosti

Vysušené vzorky sa odvážili a uložili do klimateckej komory s relatívnou vlhkosťou vzduchu 20%. Takto uložené boli vystavované prostrediu necelých 40 dní. Vzorky sa následne znova odvážili a vložili do klimateckej komory, v ktorej sa zvýšila relatívna vlhkosť na 50%. Postup sa ďalej opakoval pri 80% a 95% relatívnej vlhkosti, tým vznikla izoterma sorpcie. Po 95% relatívnej vlhkosti nasledovala klesajúca tendencia, čím sme dostali izotermu desorpcie.

Vzorec na výpočet rovnovážnej vlhkosti:

$$w = \frac{m_v - m_s}{m_s} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

kde:

w – hmotnostná vlhkosť materiálu [%],

m_v – hmotnosť vzorky ovplyvnenej vlhkosťou [g],

m_s – hmotnosť suchej vzorky [g].

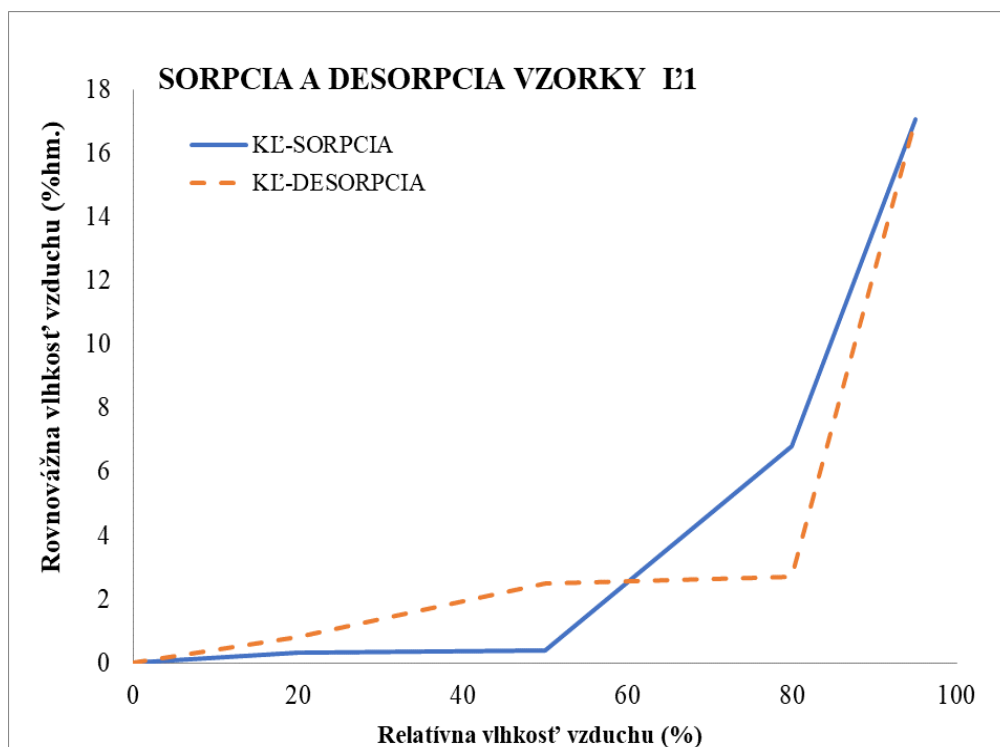
Výsledky meraní

- Výsledky merania rovnovážnej vlhkosti

VZORKA		Rovnovážna vlhkosť (%hm.) pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu (%)				
		0	20	50	80	95
L1	Sorpcia	0	0,34	0,41	6,82	17,05
	Desorpcia	0	5,79	2,49	2,71	17,05
H1	Sorpcia	0	0,05	2,61	6,71	14,52
	Desorpcia	0	0,55	2,34	6,9	14,52

Tabuľka 3 - Výsledky súčiniteľa rovnovážnej vlhkosti pri rôznej relatívnej vlhkosti

Zdroj: autori



Graf 1 - Závislosť rovnovážnej vlhkosti vzorky L1 pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu

Zdroj: autori

Izolačný materiál na báze ľanu spadá tiež pod ekologické vysoko hygroskopické materiály. Nárast rovnovážnej vlhkosti pri tomto materiáli bol 17,05% (pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu). Zmena tvaru nebola spozorovaná a vznik plesní bol zjavný, no málo viditeľný, nakoľko sa jedná o ľahký a vzdušný materiál.



Graf 2 - Závislosť rovnovážnej vlhkosti vzorky H1 pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu

Zdroj: autori

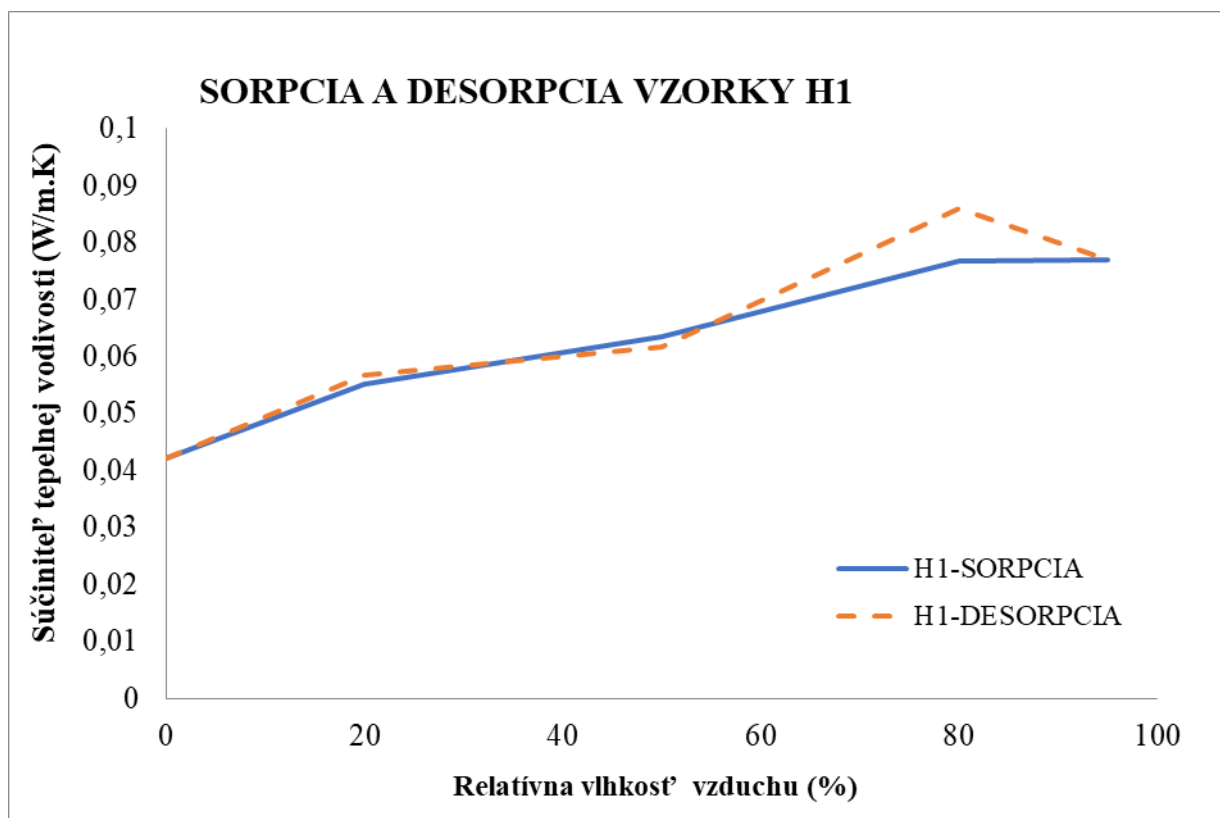
Medzi ďalšie ekologické vysoko hygroskopické materiály patrí izolant na báze konope, presný názov produktu je HEMP 90. V tomto prípade nárast rovnovážnej vlhkosti bol 14,52% (pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu). Žiadna zmena tvaru a vznik plesní nebola spozorovaná.

- Výsledky merania súčiniteľa tepelnej vodivosti

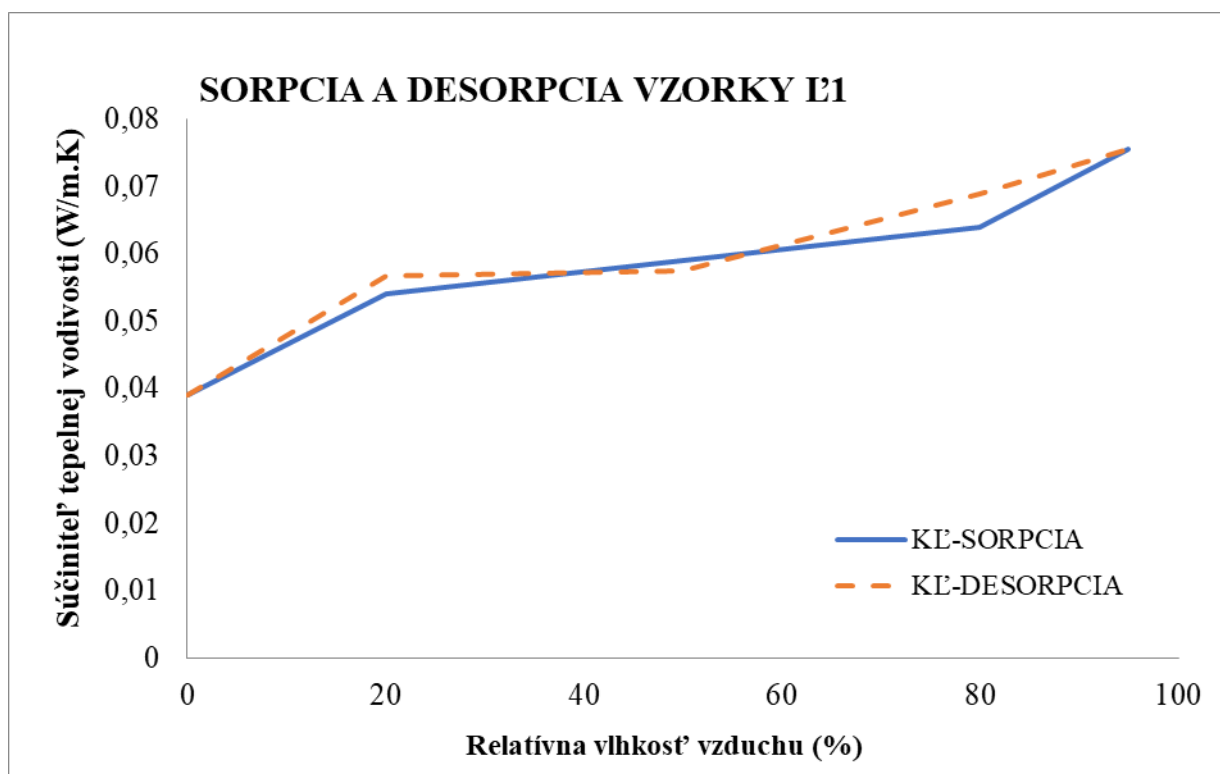
VZORKA		Súčiniteľ tepelnej vodivosti pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu (%)				
		0	20	50	80	95
L1	Sorpcia	0,039	0,054	0,059	0,0639	0,0755
	Desorpcia	0,039	0,0567	0,0574	0,689	0,0755
H1	Sorpcia	0,042	0,0551	0,0635	0,0768	0,077
	Desorpcia	0,042	0,0568	0,0617	0,086	0,077

Tabuľka 4 - Výsledky súčiniteľa tepelnej vodivosti pri rôznej relatívnej vlhkosti

Zdroj: autori



Graf 3 - Závislosť súčiniteľa tepelnej vodivosti vzorky H1 pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu
Zdroj: autori



Graf 4 - Závislosť súčiniteľa tepelnej vodivosti vzorky L1 pri rôznej relatívnej vlhkosti
Zdroj: autori

Tepelnoizolačné materiály na báze ľanu, označené ako L1, a konope, označené ako H1, sa pri zvýšení relatívnej vlhkosti vzduchu správali podobne. Hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti na začiatku experimentu pri vzorke KL bola 0,039 W/m. K a pri vzorke H1 0,042 W/m. K. Pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu sa hodnoty súčiniteľa tepelnej vodivosti zvýšili pri vzorke KL na 0,0755 W/m. K a a pri vzorke H1 na 0,077 W/m. K.

Pre porovnanie dnes najčastejšie používané tepelnoizolačné anorganické materiály, extrudovaný polystyrén a minerálna vlna, mali rovnako prebiehajúcim experimente na začiatku rovnaké súčinitele tepelnej vodivosti a to 0,035 W/m. K. Postupne sa zvyšovala relatívna vlhkosť vzduchu v klimatickej komore na 95%. Ako aj pri ostatných vzorkách sa hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti zvýšila. Biely XPS nadobudol hodnotu 0,045 W/m. K, STYRODUR 0,048 W/m. K a minerálna vlna 0,0492 W/m. K [5].

Záver

Z experimentu vyplýva, že s narastaním relatívnej vlhkosti vzduchu, narastá aj rovnovážna vlhkosť materiálov. Ekologické materiály dosiahli až 30% rovnovážnu vlhkosť (pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu). Tento nárast vo veľkej miere znížil kvalitu tepelnoizolačného materiálu [4]. Medzi ekologickými materiálmi a materiálmi ako je polystyrén či minerálna vlna, bol rozdiel rovnovážnej vlhkosti materiálov približne 28% (záleží od typu izolačného materiálu) [5].

Vplyvom zvýšenej rovnovážnej vlhkosti materiálu sa zvyšovala aj hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti (zhoršenie tepelno-technických vlastností materiálov). Podobne ako pri skúmaní rovnovážnej vlhkosti materiálov sú viac náchylné na zmeny ekologické materiály. Hodnoty súčiniteľa tepelnej vodivosti zadané výrobcom sa pri ekologických materiáloch pohybovali okolo 0,04 W/m. K. Pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu sa táto hodnota približovala k 0,08 W/m. K, čo predstavuje až 100% zhoršenie súčiniteľa tepelnej vodivosti.

Pri minerálnej vlne a polystyréne je súčiniteľ tepelnej vodivosti zadaný výrobcom 0,035 W/m. K. a pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu sa hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti zvýšila na 0,047 W/m. K, čo predstavuje 34% zhoršenie súčiniteľa tepelnej vodivosti [5].

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
Ing. Marián Bederka, PhD.*

This article was created with the support of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic within the Research and Development Operational Program for the project "University Science Park of STU Bratislava", ITMS 26240220084, co-funded by the European Regional Development Fund and by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-15-0681 „Investigation of Hygrothermal and Mechanical Properties Linked to the Consistency and Structure of Porous Building Materials, Based on Mathematical Modeling“.

Použitá literatúra

1. STN 730540-2 *Teplotno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov, časť 2: Funkčné požiadavky*
2. STN 730540-3 *Teplotno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov, časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných materiálov.*
3. Zákon č. 555/2005 Z. z. *Zákon o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov*
4. MRLÍK, F., 1985. *Vlhkostné problémy stavebných materiálov a konštrukcií*. Bratislava : Alfa, s. 269.
5. HABEROVÁ, P., 2019. *Sorpčné charakteristiky vybraných tepelnoizolačných materiálov*. Diplomová práca. Bratislava: Svf STU.