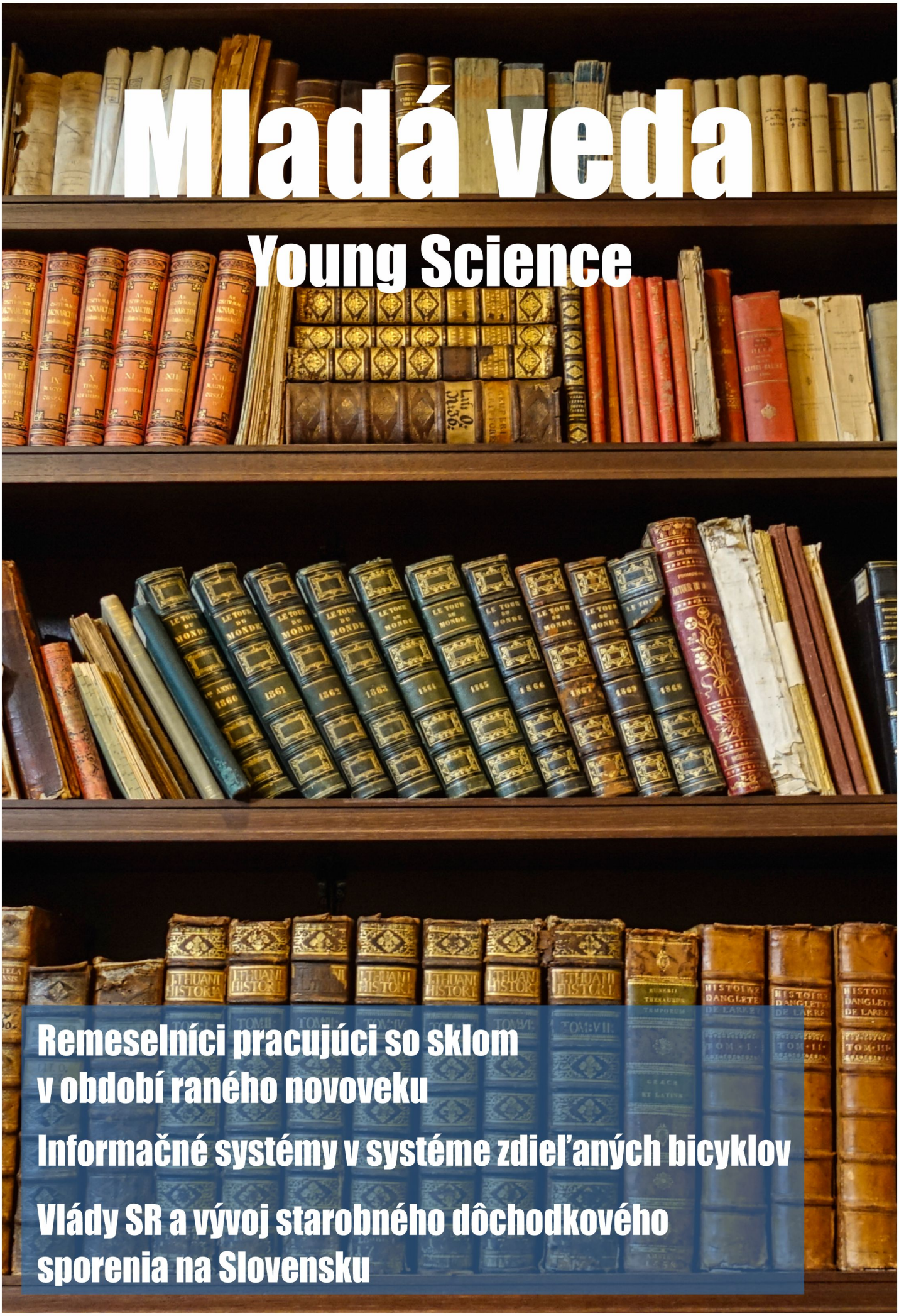
ISSN 1339-3189 2/2020

Mladá veda

Young Science



Remeselníci pracujúci so sklom v období raného novoveku

Informačné systémy v systéme zdieľaných bicyklov

Vlády SR a vývoj starobného dôchodkového sporenia na Slovensku

www.mladaveda.sk

Mladá veda
Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 2, ročník 8., vydané v decembri 2020
ISSN 1339-3189
Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk
Fotografia na obálke: Aponiovská knižnica, Oponice. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociální geografie a regionálního 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 veřejné 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.

Mladá veda
Young Science
ISSN 1339-3189

Vol. 8 (2), pp. 1-8

EXPERIMENTÁLNE SLEDOVANIE SORPČNÝCH CHARAKTERISTÍK MINERÁLNEJ VLNY V KLIMATICKEJ KOMORE

EXPERIMENTAL MONITORING OF SORPTION CHARACTERISTICS
OF MINERAL WOOL IN CLIMATE CHAMBRE

Katarína E. Hellová, Patrik Šťastný[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“). Patrik Šťastný pôsobí ako interný doktorand na Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojom výskume sa venuje analýze vybraných protivlhkostných sanačných technológií historických konštrukcií, zameriava sa najmä na oblasť invazívnych, resp. priamych metód sanácie a taktiež aj na technológie fungujúce na princípe magnetokinézy.

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. Patrik Šťastný works as an internal doctoral student at the Department of Building Technology, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava. In his research he focuses on the analysis of selected anti-humidity remediation technologies of historical constructions, especially in the field of invasive and direct remediation methods as well as technologies operating on the principle of magnetokinesis.

[1] Adresa pracoviska: Ing. Katarína E. Hellová, Ing. Patrik Šťastný, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 810 05, Bratislava
E-mail: katarina.hellova@stuba.sk, patrik.stastny@stuba.sk

Abstract
The article deals with the sorption characteristics of mineral wool. The ability to absorb atmospheric moisture in inorganic materials is not high. The monitoring of thermo-technical and hygroscopic properties, mainly the change of the coefficient of thermal conductivity and the change of equilibrium humidity, took place by means of an experiment in a climatic chamber. These properties were monitored with a change in relative humidity from 20% to 95%. Experimental measurements can verify the declared values as well as the practical use of these materials. By measurements we can also evaluate the suitability of incorporation into the building structure.
Key words: sorption, desorption, mineral wool, thermal insulation, relative humidity changes, equilibrium humidity, thermal conductivity coefficient, climatic chamber

Abstrakt
Príspevok sa zaoberá sorpčnými charakteristikami minerálnej vlny. Schopnosť absorbovať vzdušnú vlhkosť v takýchto anorganických materiáloch ako je minerálna vlna nie je vysoká. Monitorovanie tepelnotechnických a hygroskopických vlastností, hlavne zmeny súčiniteľa tepelnej vodivosti a zmeny rovnovážnej vlhkosti, prebiehalo experimentálne v klimatickej komore. Tieto vlastnosti sa monitorovali vzhľadom na zmenu relatívnej vlhkosti z 20% postupne až na 95%. Experimentálnymi meraniami sa dajú overiť deklarované hodnoty výrobcov, ako aj praktické použitie týchto materiálov. Meraním môžeme tiež vyhodnotiť vhodnosť zabudovania materiálu do stavebnej konštrukcie.
Kľúčové slová: Sorpcia, desorpcia, minerálna vlna, tepelná izolácia, zmena relatívnej vlhkosti, rovnovážna vlhkosť, súčiniteľ tepelnej vodivosti, klimatická komora

Úvod

Jednou z možností dosiahnutia nulovej spotreby energie je správny výber a použitie tepelnoizolačných materiálov. Podľa STN EN 74 054 sú ustanovené cieľové parametre výstavby energeticky nulových budov a sú záväzne definované v Zákone č. 555/2005 Z. z., ktorý bol odvodený od smernice EÚ. Tieto parametre prichádzajú do platnosti v roku 2021. Normové požiadavky sú orientované na steny, strechu, podlahy a okná [1, 2].

V praxi sú najčastejšie používané tepelnoizolačné materiály ako minerálna vlna či polystyrén. Minerálna vlna má rôzne výhody ako je všestranné využitie z hľadiska umiestnenia v konštrukcii stavby, samozrejme výborné tepelno-izolačné vlastnosti, vysoká pevnosť v tlaku, je čiastočne vodoodpudivá a je vhodná pre konštrukcie s vysokými požiadavkami na požiarnu bezpečnosť. Výber tohto materiálu je preto rokmi overený [3]. Tento príspevok je zameraný na tepelno-technické a hygroskopické vlastnosti vzoriek minerálnej vlny a ich správanie pri zmene vlhkosti.

Vlhkosť je nežiaducim faktorom pre stavebnú činnosť, ktorý môže významne ovplyvniť vlastnosti stavebných výrobkov a konštrukcií a môže ich tiež poškodiť [5]. Všadeprítomná vlhkosť môže byť produktom absorbovaná z jeho okolia. Materiály bežne obsahujú vodu v normálnom množstve, čo je rovnovážna vlhkosť materiálu pri teplote 23 ° C a relatívnej vlhkosti 50%.

K absorpcii vody materiálom alebo štruktúrou dochádza hlavne difúziou vodnej pary, ale aj jej kapilárnosťou a vodivosťou [4, 5, 6]. Tieto javy sa vyskytujú už pri výrobe produktu a následne pokračujú tiež počas skladovania a prepravy, ako aj počas zabudovania produktu do stavebných konštrukcií. To, koľko vody materiály absorbujú, závisí od viacerých faktorov, najmä od teploty, tlaku a štruktúry pórov v materiáli [4, 5, 7, 8]. Izolačné materiály sú zvyčajne pórovité alebo vláknité, a preto aj z tohto dôvodu môže prítomnosť vody spôsobovať problémy vo vnútri izolačného materiálu a následne v celej konštrukcii budovy [6].

Článok rieši správanie minerálnej vlny vo funkcii tepelnej izolácie a jej zmenu teplotechnických vlastností vplyvom zmeny relatívnej vlhkosti.

Metodika a zariadenia

Merania prebiehali použitím dynamickej klimatickej komory Binder, model 240, ktorá sa používa na simuláciu rýchlych zmien teploty s reguláciou vlhkosti. Pomocou komory bolo následné vytvorené prostredie so stálou relatívnou vlhkosťou.

Relatívna vlhkosť vzduchu sa v komore postupne menila. Počiatočná vlhkosť bola 20% následne sa menila na 50%, 80% a 95%, počas desorpcie zase vzostupne od 95% až v závere na20%. Na experiment sa použili štyri vzorky minerálnej vlny, pričom výsledky sa nelíšili. Vlastnosti minerálnej vlny sú uvedené v kapitole 3. Vzorky boli uložené v klimatickej komore, kým sa nedosiahla rovnovážna vlhkosť vzoriek, teda kým sa hmotnosť skúšobných vzoriek počas opätovného váženia už nezmenila. Ustálenie vzoriek trvalo približne 40 dní pre jednu relatívnu vlhkosť.

Vzorky boli vážené na laboratórnych váhach KERN 440. Po dosiahnutí rovnovážnej vlhkosti vzoriek sa meral koeficient tepelnej vodivosti λ v ustálenom stave prístrojom ISOMET 2114 (viď. obr. 2). Princíp merania je vo vysielaní impulzov tepelného toku do izolačného materiálu. Táto dynamická metóda umožňuje rapídne skrátiť čas merania v porovnaní s inými metódami merania. Teplotný rozsah prístroja s povrchovou sondou je od -15 ° C do 50 ° C v rozmedzí 0,04 až 6,0 W/(m.K). Presnosť merania (pri 20 ° C) je 5% z nameranej hodnoty, keď je λ = 0,015 až 0,70 W/(m.K). Keď je λ = 0,70 až 6,0 W/(m.K), vtedy je presnosť merania 10% z nameraných dát.

Počas doby merania boli vzorky mimo klimatickej komory, ale skladovali sa v plastovej nádobe na zabezpečenie konštantnej vlhkosti.

Obrázok 1, 2, 3 – Klima komora, Laboratórne váhy, ISOMET 2114
Zdroj: [11], [12], [13]

Materiál

Minerálna vlna Knauf

Minerálna vlna patrí medzi izolačný materiál vyrábaný prevažne z nerastných surovín minerálnych vlákien, ktoré sú spájane umelou živicou. Patrí medzi anorganický materiál.

Jej výhodami je výborné tepelnoizolačné vlastnosti; ľahká manipulácia; pohlcuje zvuk; dobrá paropriepustnosť; ekologický materiál; pomerne recyklovateľný; tvarovo a objemovo stály; prievzdušnosť materiálu; dlhá životnosť a odolnosť voči plesniam.

Vlastnosti:	
Hrúbka	50 mm
Hustora	ρ = 150 kg/m3
Súčiniteľ tepelnej	λ = 0,035 W/(m.K)
Faktor difúzneho	μ = 1,4

Tabuľka 1 – . Vlastnosti minerálne vlny
Zdroj: [10]

Obrázok 4 – Minerálna vlna
Zdroj: [14]

Minerálna vlna sa používa na zateplenie vonkajších stien (kontaktný zatepľovací systém), izolácie striech a izolácie stien.

Stanovenia rovnovážnej vlhkosti

Vzorec na výpočet rovnovážnej vlhkosti:

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

kde:
w – hmotnostná vlhkosť materiálu [%],
mv – hmotnosť vzorky ovplyvnenej vlhkosťou [g],
ms – hmotnosť suchej vzorky [g].

Stanovenia súčiniteľa tepelnej vodivosti

Vzorec na výpočet relatívnej zmeny tepelnej vodivosti:

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda_v - \lambda_s}{\lambda_s} . 100\ (\%) \qquad (2)$$

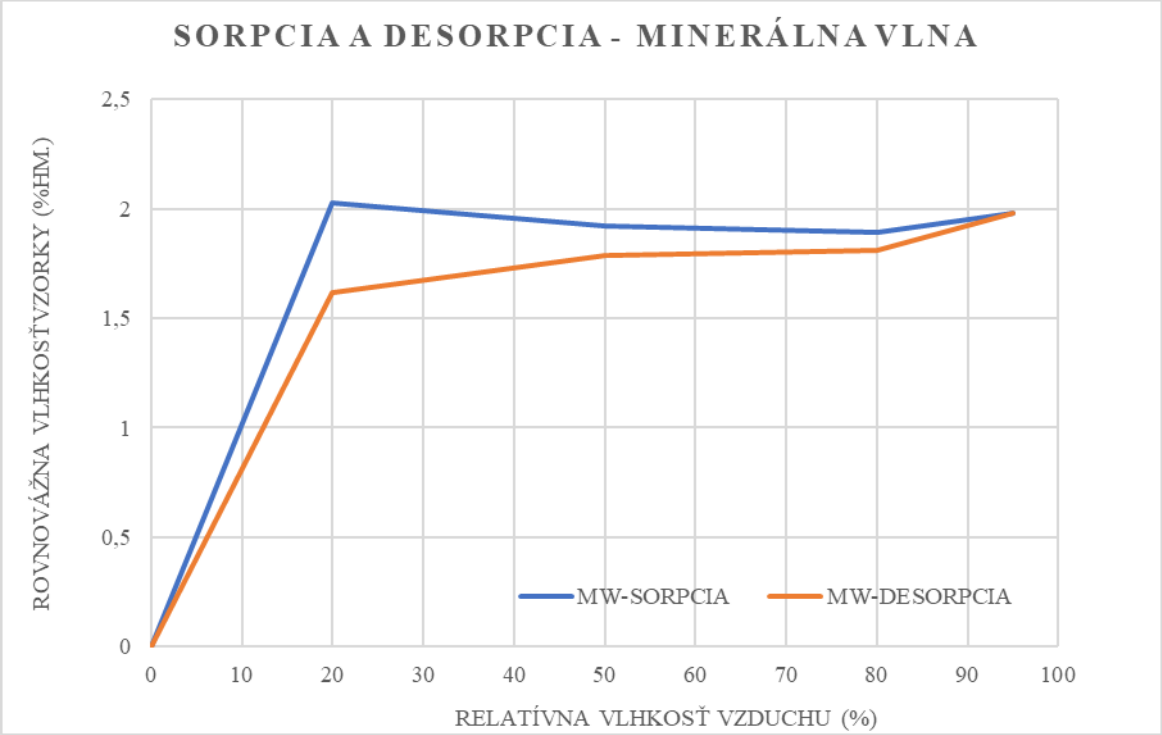
kde:
Δ λ – zmena tepelnej vodivosti [%],
λv – súčiniteľ tepelnej vodivosti nasiaknutej vzorky [W/(m. K)],
λs – súčiniteľ tepelnej vodivosti suchej vzorky [W/(m. K)].

Výsledky Meraní

Výsledky merania rovnovážnej vlhkosti

VZORKA	Prebiehajúci proces	Rovnovážna vlhkosť pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu [%hm.]			
		20 %	50 %	80 %	95 %
minerálna vlna, označ. MW	Sorpcia	2,027	1,92	1,89	1,98
	Desopcia	1,62	1,79	1,81	1,98

Tabuľka 2 – Výsledky meraní rovnovážnej vlhkosti
Zdroj: autor



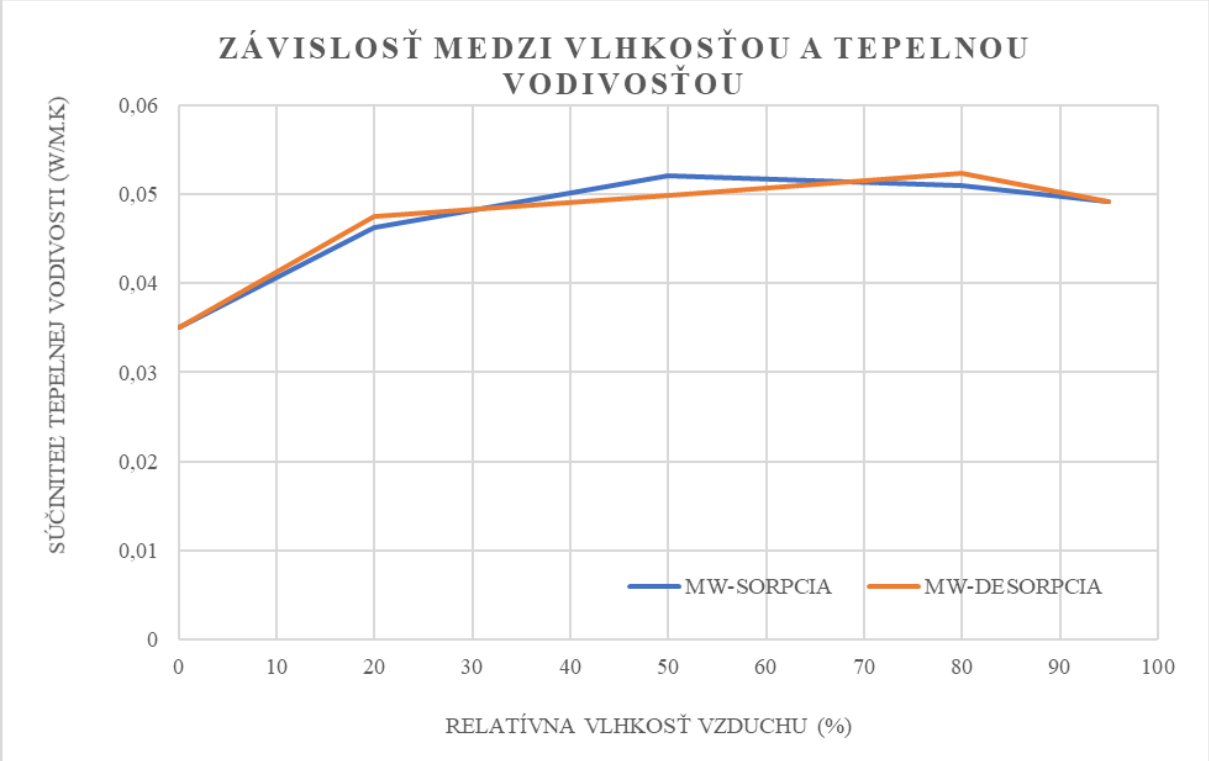
Graf 1 – Závislosť rovnovážnej vlhkosti vzorky pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu
Zdroj: autor

Minerálna vlna je izolačný materiál obsahujúci anorganické vlákna. Tento fakt vo veľkej miere ovplyvnil hodnotu rovnovážnej vlhkosti pri zmene relatívnej vlhkosti. Nárast hodnoty rovnovážnej vlhkosti oproti doterajším ekologickým materiálom bol minimálny. Nedošlo k žiadnej zmene tvaru a ani vzniku plesní.

Výsledky merania súčiniteľa tepelnej vodivosti

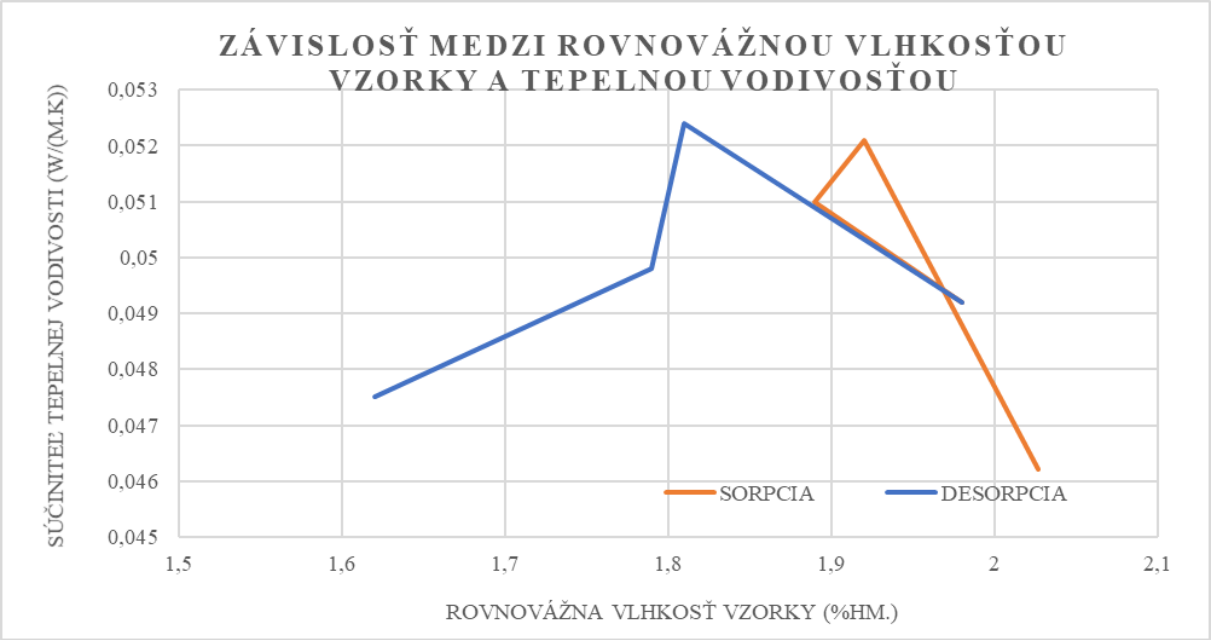
VZORKA	Prebiehajúci proces	Počiatočný súčiniteľ tepelnej vodivosti [W/(mK)]	Súčiniteľ tepelnej vodivosti pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu [W/(mK)]			
			20 %	50 %	80 %	95 %
minerálna vlna, označ. MW	Sorpcia	0,035	0,0462	0,0521	0,051	0,0492
	Desopcia		0,0475	0,0498	0,0524	0,0492

Tabuľka 3 – Výsledky meraní súčiniteľa tepelnej vodivosti
Zdroj: autor



Graf 2 – Závislosť súčiniteľa tepelnej vodivosti vzorky pri rôznej relatívnej vlhkosti vzduchu
Zdroj: autor

Jedným z najčastejšie používaných tepelnoizolačných anorganických materiálov, minerálna vlna označená ako MW, mala pri prebiehajúcom experimente počiatočný súčiniteľ tepelnej vodivosti 0,035 W/m. K, ktorý deklaruje aj výrobca. Postupne sa zvyšovala relatívna vlhkosť vzduchu v klimatickej komore na 95% a tým sa hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti zvýšila až na 0,0492 W/(m. K).



Graf 3 – Závislosť súčiniteľa tepelnej vodivosti pri zmene rovnovážnej vlhkosti vzorky
Zdroj: autor

Záver

V príspevku sú okrem skúmania a prezentácie vlastností prezentované merania tepelnej vodivosti a rovnovážnej vlhkosti minerálnej vlny. Z výsledkov možno vyvodiť, že nárastom relatívnej vlhkosti vzduchu, narastá aj rovnovážna vlhkosť materiálov, čo dokazuje aj experiment.

Vplyvom zvýšenej rovnovážnej vlhkosti materiálu sa zvyšovala aj hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti (zhoršenie tepelno-technických vlastností materiálov).

Pri minerálnej vlne je súčiniteľ tepelnej vodivosti zadaný výrobcom 0,035 W/(m. K) a pri 95% relatívnej vlhkosti vzduchu sa hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti zvýšila na 0,049 W/(m. K), čo predstavuje viac ako 35% zhoršenie súčiniteľa tepelnej vodivosti. Pri následnej desorpcii sa vzorke nepodarilo dosiahnuť pôvodné parametre.

Tento článok odporúčal na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
Ing. Barbara Chamulová, PhD.

Tento príspevok bol vypracovaný v rámci výskumného projektu VEGA č. 1/0511/19
a Programu na podporu mladých výskumníkov 2020.

Použitá literatúra

1. Zákon č. 555/2005 Z. z. Zákon o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
2. STN 730540 Teplotno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov.

3. Parlato, M. - Porto, S.M.C. (2020) Organized Framework of Main Possible Applications of Sheep Wool Fibers in Building Components. Sustainability. 12. 761. https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/761/pdf
4. Kymäläinen, H. - Sjöberg, A. (2008) Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations. Building and Environment vol. 43, pp. 1261-1269 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.03.006
5. Mrlík, F. (1985) Vlhkostné problémy stavebných materiálov a konštrukcií (Moisture problems of building materials and structures). Alfa, 269 pp. Bratislava, Slovakia [in Slovak].
6. Lakatos, Á. (2020) Investigation of the thermal insulation performance of fibrous aerogel samples under various hygrothermal environment: Laboratory tests completed with calculations and theory. Energy and Buildings Volume 214, 1 May 2020, 109902 https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109902
7. Stapulinonienė, R. – Vaitkus, S. - Véjelis. S. et al. (2016) Investigation of thermal conductivity of natural fibres processed by different mechanical methods. Int. J. Precis. Eng. Manuf. 17. 1371–1381. https://doi.org/10.1007/s12541-016-0163-0
8. Nykter, M. (2006) Microbial quality of hemp (Cannabis sativa L.) and flax (Linum usitatissimum L.) from plants to thermal insulation. University of Helsinki, Helsinki.
9. https://prirodneizolacie.sk/konopne-izolacie (online 22.10.2020)
10. https://www.knaufinsulation.sk (online 22.10.2020)
11. https://www.binder-world.com (online 22.10.2020)
12. http://www.kusyn.sk/produkt/kern-440-presna-vaha/ (online 22.10.2020)
13. https://www.igg.cnr.it (online 22.10.2020)
14. https://www.internetovestavebniny.sk (online 22.10.2020)