

## VPLYV AKTIVITY MYŠI DOMOVEJ NA TEPELNÉ IZOLÁCIE POUŽÍVANÉ V DREVENÝCH KONŠTRUKCIÁCH

### IMPACT OF HOUSE MOUSE ACTIVITY ON THERMAL INSULATIONS USED IN WOODEN STRUCTURES

Ladislav Reinprecht – Marián Kováčik – Marie Pospíšilová

#### ABSTRACT

Damaging of thermal insulations in wooden structures by mechanical, physical, chemical or biological factors leads to impair of their efficiency in a connection with energy and economy losses. Paper discusses resistance of selected synthetic-organic (expanded polystyrene, extruded polystyrene and polyurethane), natural-organic (cellulose, straw, hemp, granulated cork, fleece) and inorganic (rockwool, glass wool) heat-insulation materials against the house mouse (*Mus musculus*) – var. albino laboratory mouse. The experiments have been based on a new methodology modified from the methodology of prof. Wasserbauer, Czech Republic. The thermal insulations with dimensions of 100 mm × 175 mm × 410 mm (thickness × width × height) were situated in glass containers 555 mm × 545 mm × 410 mm divided with two glasses on three 179 mm wide subsections, and then exposed to 24 hour's activity of mouse males and females which food used as bait (mixture of fruits, chesses, chocolates, sausages and breeding granulated food) was located on the other side of insulations. The highest resistance against destruction activity of the house mouse showed the polyurethane foam (Puren MV PUR-PIR) and the extruded polystyrene (Austrotherm XPS TOP; Styrodur 2800 C). On the other hand, the lowest resistance against mouse activity showed all natural-organic insulations, i.e. cellulose (Tempelan), straw, hemp (Q-Flex), cork (Expanded granulated cork), and fleece (NaturWool). Resistance of the expanded polystyrene (EPS 70 F WhiteFacade; Isover EPS GreyWall), the rockwool (Nobasil FDK; Isover TF), and the glass wool (Isover Multimax) against the mouse destruction activities was a partly better, but not sufficient in terms of practice.

**Key words:** wooden structures, energy, thermal insulation, damaging, house mouse.

#### ÚVOD

Tepelné izolácie používané v drevených domoch, stropoch, obývaných krovoch i v ďalších stavbách z dreva alebo iných materiálov musia mať okrem požadovaných tepelno-izolačných vlastností a špecifických funkčno-esteticko-hygienických vlastností aj dostatočnú odolnosť proti poškodeniam abiotickými a biologickými činiteľmi, čím sa zaisťujú ich dlhodobá efektívnosť a vysoká životnosť.

Všeobecne platí, že hlavnou úlohou tepelných izolácií používaných v budovách je: 1/ zabrániť úniku tepla z interiéru do exteriéru v zimnom období; 2/ zabrániť prehrievaniu interiéru v letnom období; 3/ eliminovať výkyvy teplôt v exteriéri v rôznych fázach dňa a

tým zaistiť tepelnú pohodu v interiéri. Neporušená a trvalo účinná tepelná izolácia výrazne zlepšuje ekonomické a technické parametre budovy. Ekonomiku tepelných izolácií treba vidieť najmä v nižších nákladoch na zdroje tepla a v skrátení vykurovacieho obdobia, a tiež v nižších nákladoch na klimatizáciu interiérov v letnom období. Vysoká technická kvalita tepelných izolácií sa premieta do zníženia tvorby porúch v nosných i nenosných častiach budovy, najmä v dôsledku zníženia sa negatívneho efektu teplotných a vlhkosťných napätí. Kvalita izolácií sa premieta ďalej aj do zlepšenia akustiky interiérov, do zvýšenia hygieny budov bez možnosti aktivity baktérií, plesní, drevokazných húb, hmyzu, hlodavcov a iných škodcov produkujúcich vírusy, mykotoxíny alebo iné zdravotne škodlivé metabolity, a v neposlednom rade aj do zlepšenia celkového architektonického vzhľadu budovy. Podobné požiadavky pre tepelné izolácie používané v budovách, vrátane moderných drevostavieb, formulovali aj iní autori, napr. WASSERBAUER (2000), ŠTEFKO & REINPRECHT (2004), NEUMANN *et al.* (2005) a TURČÍKOVÁ (2007).

Účinnosť tepelnej izolácie definujeme ako jej schopnosť čo v najväčšej miere blokovat' transport tepla. Vyjadruje sa formou súčiniteľa tepelnej vodivosti –  $\lambda$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ). Vysoko účinné tepelné izolácie by mali mať hodnotu súčiniteľa tepelnej vodivosti čo najnižšiu, zvyčajne v intervale od 0,03 do 0,10  $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , pričom ich hustota by nemala prekročiť hranicu 500  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (SVOBODA *et al.* 2005).

Transport tepla cez tepelné izolácie sa výrazne zvýši pri porušení ich makroskopickej štruktúry (t.j. roztrhnutie, rozpad, sublimácia, hniloba, makro-perforácie – tvorba otvorov a dutín, a pod.) vplyvom rôznych mechanických, fyzikálnych, chemických alebo biologických činiteľov, vrátane požerkov od hmyzu a výhryzov od hlodavcov. Cez tepelné izolácie sa transportuje viac tepla aj v tých prípadoch, keď sa naruší ich mikroskopická alebo molekulárna – chemická štruktúra (t.j. mikro-perforácie a prepojenie jednotlivých pórov, zmena hrúbky stien v póroch, pokles polymerizačného stupňa polymérov, nárast podielu polárnych funkčných skupín, zvýšenie hygroskopicity a vlhkosti, a pod.). Molekulárna štruktúra tepelných izolácií sa často krát naruša vplyvom kapilárnej a kondenzovanej vody, účinkom slnečného žiarenia a kyslíka, ale aj pôsobením baktérií, plesní, celulózoformných húb i ďalších organizmov schopných enzymaticky narušiť ich chemickú stavbu.

Biologickým poškodeniam vplyvom baktérií, plesní, celulózoformných húb a hmyzu sú najviac náchylné prírodné tepelné izolácie organického pôvodu, ako sú izolácie z dreveného vlákna, kokosového vlákna, celulózy, slamy alebo konope (WASSERBAUER 2000, TISOŇOVÁ & REINPRECHT 2013). Tieto izolácie sa v praxi podľa potreby upravujú biocídmi – napríklad dnes sa do fúkaných celulózoformných izolácií (Climatizer Plus, Tempelan, a pod.) pridáva kyselina boritá, resp. iné ochranné látky s komplexným fungicídnym, insekticídnym a nezriedka aj ohňovzdorným účinkom.

Hlodavce (myši, potkany, krysy) však dokážu hryzadlami mechanicky poškodiť nielen prírodné tepelné izolácie, ale aj tepelné izolácie na báze anorganických a rôznych syntetických organických materiálov (TIMM & FISHER 1986, HYGSTROM 1992, 1996). Hlodavce vylučujú okrem toho aj moč a výkaly. Kyselina močová naruša chemickú stavbu niektorých typov izolácií i okolitých materiálov – napríklad nosných drevených prvkov a parozábran. Súčasne treba zdôrazniť, že hlodavce mechanicky poškodzujú aj elektroinštalácie v budovách s následným nebezpečenstvom vzniku požiaru, pričom nemenej nebezpečné sú aj zdravotné riziká ich prítomnosti v stavbe, keďže na človeka prenášajú vírusové, bakteriálne, mykotické i ďalšie parazitické ochorenia (WASSERBAUER 2000).

Cieľom predloženej práce bolo preskúmať odolnosť niekoľkých typov komerčných tepelných izolácií organického a anorganického pôvodu proti ataku myšou domovou – var. biela laboratórna myš, použijúc k tomu novo navrhnutú metodiku.

## MATERIÁL A METODIKA

### Tepelné izolácie

Pre experimenty sa použilo 10 typov tepelných izolácií, získaných v podobe 13-tych komerčných výrobkov. Ich základné charakteristiky, t.j. názov, výrobca, hustota, súčiniteľ tepelnej vodivosti, faktor difúzneho odporu a reakcia na oheň, sú uvedené v tabuľke 1. Tepelné izolácie mali tvar dosiek konštantného rozmeru 100 mm × 175 mm × 410 mm (hrúbka × šírka × výška). Skúškam odolnosti proti aktivite myši domovej sa podrobilo celkovo 130 dosiek tepelných izolácií, t.j. z každého komerčného výrobku po 10 ks dosiek.

**Tab. 1 Typ, názov, výrobca a základné fyzikálne charakteristiky tepelných izolácií.**

**Tab. 1 Type, name, producer and basic physical characteristic of thermal insulations.**

Typ	Názov	Výrobca	Hustota	Tepelná vodivosť	Difúzny odpor	Reakcia na oheň
Type	Name	Producer	Density	Thermal conductivity	Diffusion resistance	Reaction to fire
			[kg·m <sup>-3</sup> ]	[W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	[-]	[A1→E]
Expanded polystyrene	EPS 70 F WhiteFacade	Styrotrade, CZ	16	0,039	20–40	E
	Isover EPS GreyWall	Isover Saint-Gobain	15	0,032	20–40	E
Extruded polystyrene	Austrotherm XPS TOP	Austrotherm GmbH	30	–	–	–
	Styrodur 2800 C	Isover Saint-Gobain	30	0,037	150	E
Polyurethane	Puren MV PUR-PIR	Isover Saint-Gobain	40	0,027	40–200	E
Cellulose	Tempelan	Enroll, CZ	65	0,038	2	B
Straw (slama)	Pšeničná sláma	Soukromník, CZ	100	0,140	–	–
Hemp (konope)	Q-Flex	Naporo Klima GmbH	35	0,042	1,5	D
Cork (korok)	Korková exp. drvina	Korek Jelínek, CZ	70	0,042	2–8	E
Fleece (ovčia vlna)	NaturWool	Waltex, CZ	15	0,038	1,5	E
Rockwool (kamenná vlna)	Nobasil FKD	Knauf Insulation	60	0,039	1,5	A1
	Isover TF	Isover Saint-Gobain	55	0,038	1	A1
Glass wool (sklená vlna)	Isover Multimax	Isover Saint-Gobain	50	0,030	1	A1

Zo sypkých tepelných izolácií, t.j. fúkaná celulózo­vá izolácia „Tempelan“, slama „Pšeničná slama“ a korok „Korková expandovaná drvina“, sa dosky s presným rozmerom 100 × 175 × 410 mm pripravili tak, že sa vsypali, resp. uložili do predom pripravenej papierovej konštrukcie daného rozmeru, ktorá nebola žiadnou zábranou pre aktivitu myši.

Fyzikálne vlastnosti tepelných izolácií sa pred skúškou s myšami testovali buď podľa platných noriem (hustota – EN 1602), alebo sa ich hodnoty prevzali z technických listov (súčiniteľ tepelnej vodivosti – EN 12667, faktor difúzneho odporu – EN 12086, reakcia na oheň – EN 13501-1).

### Myš domová – var. biela laboratórna myš

Samičky a samčeky myši domovej (*Mus musculus*) – var. biela laboratórna myš sa získali z Chovproduktu. Pred experimentom sa uložili do chovných sklenených nádob 920 mm × 270 mm × 270 mm (dĺžka × šírka × výška) s potravou, zvrchu zakrytých kovovým pletivom, čím sa umožnilo aby mohli dýchať. Pre experimenty sa vybrali iba aktívne zdravé jedince s priemernou hmotnosťou od 20 do 25 g, celkove 130 myší – 65 samičiek a 65 samčekov.

### Strava a návnada myší

Stravou pri chove myši, a súčasne aj návnadou pri experimentoch s tepelnými izoláciami, bola zmes špeciálnych výživových granúl, ovocia, syra, čokolády a údeného mäsa.

### Metodika ataku tepelných izolácií myšami

V súčasnosti neexistuje platná európska alebo národná norma na hodnotenie odolnosti tepelno-izolačných materiálov proti myšiam a iným hlodavcom.

V práci sa navrhla nová metodika, ktorá vychádzala z konzultácií s prof. WASSERBAUEROM (2013), no s tým rozdielom, že návnadou nebola myš opačného pohlavia, ale strava. Do skúšobných sklenených nádob s rozmermi 555 mm × 545 mm × 410 mm (dĺžka × šírka × výška), ktoré boli vo vnútri rozdelené dvoma zvislými 4 mm hrubými sklenenými platňami na tri podsekcie rovnakej šírky 179 mm, sa zasunuli dosky tepelných izolácií s rozmermi 100 mm × 175 mm × 410 mm (obr. 1). Následne sa do každej podsekcie nádoby so zasunutou izoláciou umiestnila z jednej strany myš domová (pre polovicu pokusov samček a pre druhú polovicu pokusov samička), pričom z druhej strany izolácie bola strava v úlohe návnady.

Samotné pokusy s aktivitou myší, t.j. s ich záujmom hryzadlami poškodiť tepelné izolácie a dostať sa k strave na druhej strane izolačných dosiek hrubých 100 mm, trvali 24 hodín. Teplota okolitého prostredia pri skúšaní syntetických organických izolácií a anorganických izolácií bola  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ , resp. pri skúšaní prírodných organických izolácií  $16 \pm 2^\circ\text{C}$ . V experimentoch použité teploty sú vhodné pre život a aktivitu myší (GASKILL *et al.* 2012).



Obr. 1 Sklená nádoba 555 × 545 × 410 mm (dĺžka × šírka × výška → v šírke rozdelená na 3 podsekcie 179 mm) k skúškam odolnosti tepelných izolácií proti aktivite myší.

Fig. 1 Glass container 555 × 545 × 410 mm (length × width × height → in width divided on 3 subsections 179 mm) for testing the thermal insulations against mouse activity

### Kritériá hodnotenia aktivity myší

Aktivita myší, t.j. ich snaha prehrýzť sa cez tepelné izolácie až na ich druhú stranu k návnade (strave), bola hodnotená podľa týchto kritérií:

- počet napadnutých tepelných izolácií (0 až 10 ks),
- hĺbka prehryzenia tepelnej izolácie (0 až 100 mm),
- stav myši po pokuse (živá alebo uhynutá).

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky odolnosti tepelno-izolačných materiálov proti výhryzom jedincami myši domovej sú uvedené v tabuľke 2, s ukázkami výhryzov na obrázku 2.

Najodolnejšie z jednotlivých typov izolácií boli polyuretánová pena (Puren MV PUR-PIR) a extrudovaný polystyrén (Austrotherm XPS TOP; Styrodur 2800 C).

Naopak, najnižšiu odolnosť proti aktivite myši prejavili všetky prírodné organické izolácie, t.j. fúkaná celulózová izolácia (Tempelan), slama (Pšeničná slama), konope (Q-Flex), korok (Korková expandovaná drvina) a ovčia vlna (NaturWool).

**Tab. 2 Odolnosť tepelných izolácií proti aktivite myši domovej.**

**Tab. 2 Resistance of thermal insulations against house mouse activity.**

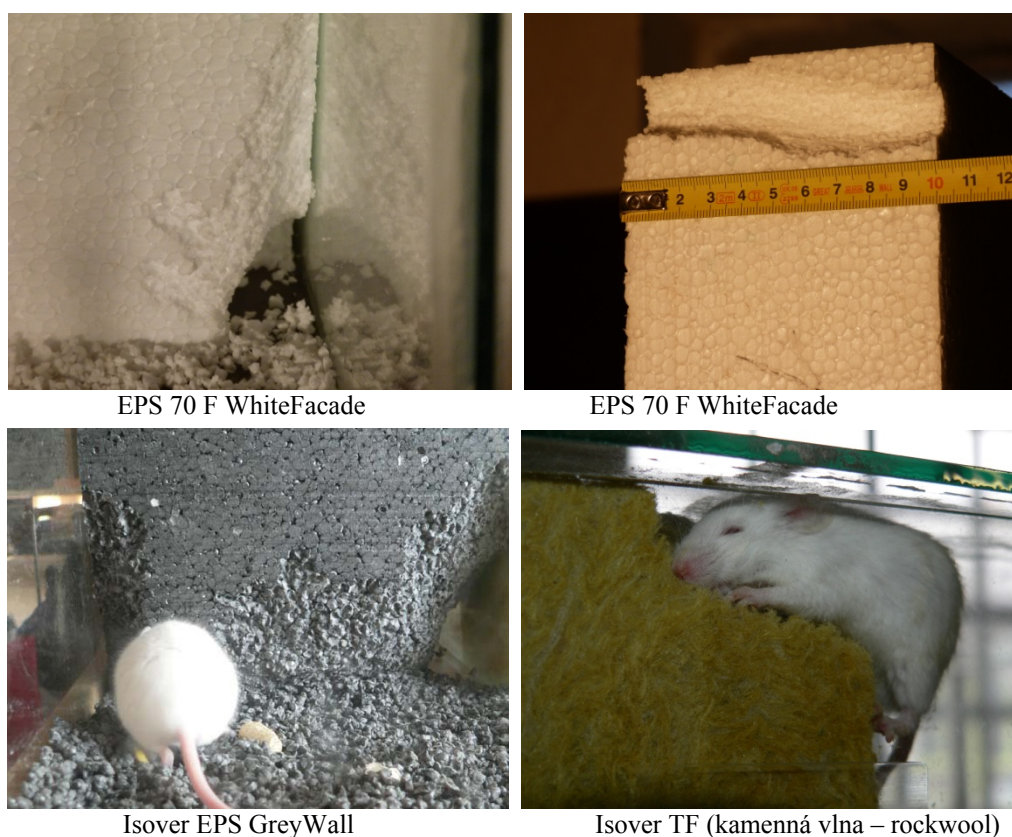
Typ	Názov	Napadnuté izolácie	Hĺbka výhryzu v izolácii		Uhynuté myši po ataku
Type	Name	Attacked insulations [0–10]	Depth of pang in insulation		Mouse fallen after attack [0–10]
			$x_{\text{mean}}$ [mm]	$x_{\text{min.}} - x_{\text{max.}}$ [mm]	
Expanded polystyrene	EPS 70 F WhiteFacade	8	53	0–100	3
	Isover EPS GreyWall	10	50	10–100	1
Extruded polystyrene	Austrotherm XPS TOP	1	3	0–30	1
	Styrodur 2800 C	1	0,5	0–5	0
Polyurethane	Puren MV PUR-PIR	0	0	0–0	0
Cellulose	Tempelan	10	79	40–100	1
Straw (slama)	Pšeničná slama	10	96	80–100	0
Hemp (konope)	Q-Flex	10	89	70–100	0
Cork (korok)	Korková exp. drvina	10	93	80–100	0
Fleece (ovčia vlna)	NaturWool	10	100	100–100	0
Rockwool (kamenná vlna)	Nobasil FKD	10	76	50–100	5
	Isover TF	9	41	0–100	2
Glass wool (sklená vlna)	Isover Multimax	6	43	0–100	1

Odolnosť expandovaného polystyrénu (EPS 70 F WhiteFacade; Isover EPS GreyWall), kamennej vlny (Nobasil FKD; Isover TF) a sklenej vlny (Isover Multimax) proti výhryzom myšou domovou bola v porovnaní s prírodnými organickými izoláciami čiastočne lepšia, no z pohľadu použitia týchto izolácií v miestach s potenciálnym výskytom hlodavcov nedostatočná.

Nezáujem myši domovej prehrýzať sa cez penový polyuretán PUR-PIR pripisujeme jeho mikroštruktúre s uzatvorenými pórmami, a tiež jeho chemickej štruktúre. Vo vytvrdenutej PUR zložke peny zostáva určitý podiel nezreagovaných izokyanátových funkčných skupín, resp. v PIR zložke aj polyesterové polyoly, t.j. obidva komponenty s možným rodenticídnym účinkom. Tepelná izolácia Puren MV PUR-PIR nebola ani v jednom prípade poškodená myšou domovou – var. biela laboratórna myš. Tento výsledok však automaticky nesvedčí o úplnej odolnosti PUR-PIR izolácie pred poškodením hlodavcami,

vrátane v prírode pôsobiacej šedej myši domovej, keďže tá býva agresívnejšia ako jej var. biela laboratórna myš domová. Vhodné je podotknúť, že TIMM & FIER (1986) pri inej metodike pokusov zistili porušenie PUR peny aj myšou domovou.

Myši v snahe dostať sa k návnade (strave) nepoškodili, resp. iba veľmi ojedinele poškodili extrudovaný polystyrén – XPS (1 atak z 10 pokusov; v priemere s 0,5 až 3%-ným lokálnym oslabením hrúbky, a tým v priemere s 0,5 až 3%-ným lokálnym zhoršením tepelno-izolačných vlastností). Extrudovaný polystyrén XPS mal teda významne vyššiu odolnosť proti myšiam vzhľadom k pomerne malej odolnosti expandovaného polystyrénu EPS (8 alebo 10 atakov z 10 pokusov; v priemere s 50 až 53%-ným lokálnym oslabením hrúbky, a tým v priemere s 50 až 53%-ným lokálnym zhoršením tepelno-izolačných vlastností). Vysvetlenie tohto zjavného rozdielu v odolnosti dvoch typov tepelných izolácií s rovnakou základnou chemickou štruktúrou vidíme jednak v ich odlišnej mikroštruktúre (XPS na rozdiel od EPS nie je vytvorený z perličkových granúl, ale má viacej uzatvorené póry a dvojnásobnú hustotu), a jednak v odlišnom type a podiele chemických aditív (napr. Austrotherm XPS TOP obsahuje retardér horenia s potenciálnym rodenticídnym účinkom).



EPS 70 F WhiteFacade

EPS 70 F WhiteFacade

Isover EPS GreyWall

Isover TF (kamenná vlna – rockwool)

**Obr. 2 Príklady poškodenia tepelných izolácií myšami.**  
**Fig. 2 Examples from mouse attacks of thermal insulations.**

Zaujímavý je tiež výsledok, že myši v snahe získať stravu uloženú za tepelnou izoláciou vo viacerých prípadoch poškodili aj izolácie z minerálnych vln. Anorganické vlákna priemeru 4 až 20  $\mu\text{m}$  a dĺžky 10 až 70 mm sú v týchto izoláciách spojené fenolformaldehydovým rezolom a sú v nich aj hydrofobizátory, ako silikónový olej so silánmi. Izolácie z kamennej vlny boli napadnuté v 9 alebo 10 prípadoch z 10 pokusov, so 41 až 76%-ným priemerným lokálnym oslabením hrúbky i tepelno-izolačných vlastností. Pri sklenej vlně sa zistilo 6 atakov z 10 pokusov, so 43%-ným priemerným lokálnym oslabením hrúbky i tepelno-izolačných vlastností. Výrazné poškodenie tepelných izolácií z minerálnych vln počas dlhodobých 6-mesačných experimentov s myšou

domovou zistili aj TIMM & FISHER (1986) alebo HYGSTROM (1992). Vo svojich prácach sledovali stupeň poškodenia tepelných izolácií myšami nepriamo, t.j. na základe zmien ich tepelnej vodivosti a prestupu tepla.

V našich experimentoch sa najmenej odolnými proti aktivite myši domovej prejavili tepelné izolácie z prírodných organických materiálov, t.j. z celulózy, slamy, konope, korku a ovčej vlny. Tento výsledok možno vysvetliť vláknitou pórovitou mikroštruktúrou i chemickou stavbou týchto izolácií s vysokým podielom polysacharidov a iných organických prírodných látok.

Pri hodnotení úhynu jedincov myši domovej po ukončení 24-hodinových experimentov sa zistilo, že najviac, t.j. 2 alebo 5 jedincov uhynulo po vyhrýzavaní minerálnych vlákien v kamenných vlnách a 3 jedince uhynuli v prítomnosti polystyrénu EPS 70 F WhiteFacade (tab. 2). Zatiaľ čo úhyn myši atakujúcich tepelné izolácie z kamennej vlny nastal až po ich prehryzení sa na druhú stranu izolácie alebo vo vnútri izolácie, tak v prípade EPS izolácie uhynuli zvyčajne už v prvých hodinách experimentu ešte pred zahájením hryzenia. Tento výsledok možno v prvom prípade zdôvodniť negatívnym vplyvom ostrého tvaru minerálnych vlákien na organizmus myši, zatiaľ čo v druhom prípade pri testovaní EPS 70 F WhiteFacade izolácie použitím pomerne menej zdravých jedincov myši domovej alebo inými bližšie nedefinovanými faktormi.

Vplyv pohlavia myši domovej na jej aktivitu v tepelných izoláciách sa neprejavil, keďže samičky a samčeky buď určitý typ tepelnej izolácie nepoškodzovali alebo ho poškodzovali podobnou intenzitou.

## ZÁVER

Z experimentov hodnotiacich odolnosť tepelno-izolačných materiálov proti myši domovej – var. bielej laboratórnej myši, použijúc novo navrhnutú laboratórnu metodiku, vyplynuli tieto základné poznatky:

- 1) Odolnosť tepelno-izolačných materiálov proti poškodeniu hryzadlami myši závisí najmä od ich mikroštruktúry; nedrobivé a nevláknité izolačné materiály s uzatvorenou štruktúrou (PUR-PIR a XPS) boli vysoko odolné proti ataku myšami, zatiaľ čo izolačné materiály s drobnou štruktúrou (EPS, korok, celulóza) alebo vláknitou štruktúrou (slama, konope, ovčia vlna, kamenná vlna a sklenená vlna) mali nízku alebo veľmi nízku odolnosť proti myšiam.
- 2) Laboratórna metodika pre hodnotenie deštruktívnej aktivity myši domovej v tepelno-izolačných materiáloch v trvaní 24 hodín nám dáva dôležitú prvotnú informáciu o tom, či príslušná izolácia bude v praxi klásť vysoký, stredný alebo žiadny odpor pri snahe jedincov myši dostať sa k potrave nachádzajúcej sa na druhej strane izolácie.
- 3) Pohlavie myši neovplyvňuje ich aktivitu pri poškodzovaní tepelných izolácií.

V drevených a iných stavebných konštrukciách sú tepelné izolácie často krát obalené v plášti z pevnejšieho materiálu, t.j. sú súčasťou sendvičovej panelovej konštrukcie. To znamená, že v týchto prípadoch je rozhodujúca odolnosť celých panelových konštrukcií, keďže materiál tvoriaci opláštenie (drevený kompozit, drevoplast, kov vo forme fólie alebo sieťky, textil, a pod.) zvyčajne významne zabraňuje vniknutiu myši do tepelnej izolácie a tie ju hryzadlami nepoškodia. V danom konštrukčnom riešení sa teda jedná už o komplexnú konštrukčnú ochranu tepelných izolácií pred hlodavcami, ktorej by sme sa chceli venovať v ďalších prácach.



## LITERATÚRA

- EURÓPSKE NORMY: EN 1602, EN 12086, EN 12667, EN 13501-1.
- GASKILL, B. N., GORDON, CH. J., PAJOR, E. A., LUCAS, J. R., DAVIS, J. K., GARNER, J. P. 2012. Heat or insulation: behavioral titration of mouse preference for warmth or access to a nest. PLoS ONE. (www.plosone.org), 7(3): 1–10. e32799.
- HYGNSTROM, S. E. 1992. Impacts of house mouse activity on five types of insulations. In Proceedings of Fifteenth Vertebrate Pest Conference 1992, University of Nebraska – Lincoln, p. 286–288.
- HYGNSTROM, S. E. 1996. House mouse damage to insulation. In DigitalCommons@University of Nebraska – Lincoln, Paper 191, p. 40–41.
- NEUMANN, D. a kol. 2005. Stavebné konštrukcie I. Jaga group, spol. s.r.o. Bratislava, 2005, 506 pp. ISBN 80-8076-017-9.
- SVOBODA, L. a kol. 2005. Stavebné materiály. Bratislava : Jaga group, spol. s.r.o. 2005, 470 pp. ISBN 80-8076-014-4.
- ŠTEFKO, J., REINPRECHT, L. 2004. Dřevěné stavby – konstrukce, ochrana a údržba. Bratislava : Jaga group, spol. s.r.o. 2004, 207 pp. ISBN 80-88905-95-8.
- TIMM, R.M., FISHER, D.D. 1986. An economic threshold model for house mouse damage to insulation. In Proceedings of Twelfth Vertebrate Pest Conference 1986, University of Nebraska – Lincoln, p. 237–241.
- TISOŇOVÁ, M., REINPRECHT, L. 2013. Odolnosť nových typov tepelných izolácií na báze celulózy voči drevokazným hubám. In Drevoznehodnocujúce huby 2013, (editor P. Hlaváč), Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, p. 49–59. ISBN 978-80-228-2606-8.
- TURČÍKOVÁ B. 2007. Izolácie – investície, ktoré sa oplatia. Stavebníctvo a bývanie. 9(5–6): 142–144. ISSN 1336-0191.
- WASSERBAUER, R. 2000. Biologické znehodnocení staveb ABF, a.s. Praha : Nakladatelství ARCH. 2000, 257 pp. ISBN 80-86165-30-2.
- WASSERBAUER, R. 2013. Osobné konzultácie k otázke metodík pre skúšanie odolnosti tepelných izolácií proti hlodavcom. Praha : ČVUT

## Pod'akovanie

Autori vyjadrujú pod'akovanie grantovej agentúre Slovenskej republiky (Granty: VEGA č. 1/0574/12) za finančnú podporu pri spracovaní tejto vedeckej práce.

## Adresa autorov

Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc.  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra mechanickej technológie dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
reinprecht@tuzvo.sk

Ing. Marián Kováčik  
Ing. Marie Pospíšilová  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen