



### Záverečná správa projektu IPA

Doba riešenia	jún 2015 – január 2016
Registračné číslo projektu	5/2015
Dátum prijatia správy na VVČ (vyplní IPA)	

Názov projektu	Akustické parametre krížom lepeného dreva a akustika stavieb z tohto materiálu
----------------	--

#### Vedúci projektu

Priezvisko, meno, tituly: Ing. Tomáš Gergel  Telefónne číslo a e-mail: +421949273478, <a href="mailto:tomasgergel@azet.sk">tomasgergel@azet.sk</a>	Potvrdzujem správnosť údajov v správe  ..... Dátum a podpis vedúceho projektu:
--	---

#### Spoluriešitelia

##### Zástupca vedúceho projektu:

**Ing. Pavol Halachan**, interný doktorand v odbore štruktúra a vlastnosti dreva, zaoberá sa starnutím dreva a jeho vplyvom na vybrané fyzikálne – akustické charakteristiky. Úlohou spoluriešiteľa je spolupracovať na príprave a meraní vzoriek, prípadne vyhodnocovaním nameraných veličín.

##### Spoluriešiteľ

**prof. Ing. Jozef Štefko, CSc.**, pôsobí ako vedúci katedry „Drevených stavieb“ na Drevárskej fakulte Technickej univerzity vo Zvolene. Je odborník na drevostavby a problematiku drevostavieb. Jeho úlohou je poskytnúť cenné pripomienky a rady pri riešení projektu.

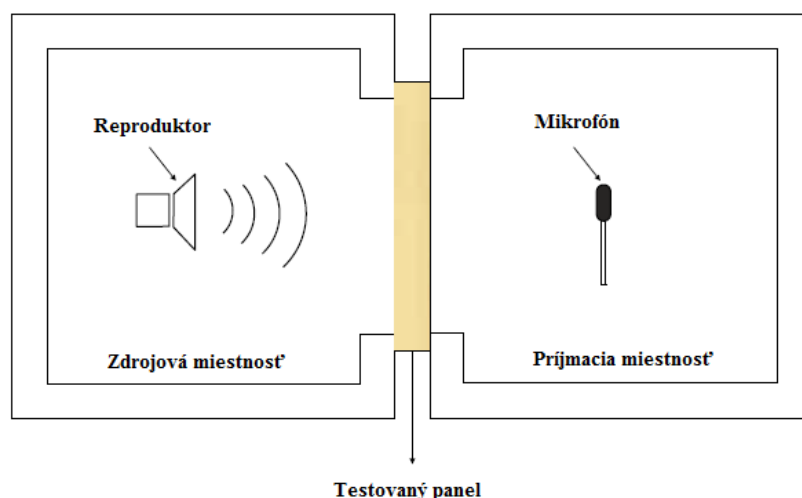


### Výsledky riešenia projektu

#### a.) spôsob, metódy a priebeh riešenia experiment 1

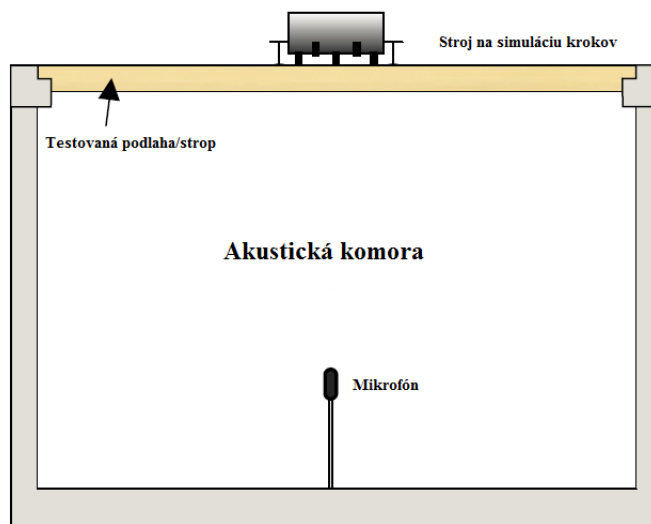
##### METODIKA

Vzduchová nepriezvučnosť CLT bola určená podľa STN EN ISO 16283-1 Akustika. Meranie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií v teréne. Časť 1: Vzduchová nepriezvučnosť [1]. Grafické zobrazenie metodického postupu je na Obr. 1.



Obr. 1 Metodika vzduchovej nepriezvučnosti steny [2]

Kroková nepriezvučnosť CLT bola určená STN EN ISO 10140-3 Akustika. Laboratórne meranie zvukovoizolačných vlastností stavebných konštrukcií. Časť 3: Meranie krokovej nepriezvučnosti [3]. Grafické zobrazenie metodického postupu je na Obr. 2.



Obr. 2 Metodika testovania krokovej nepriezvučnosti podlahy /stropu [2]





### Výsledky riešenia projektu (pokračovanie)

#### MERANIE

##### Všeobecné informácie

Meranie vzduchovej nepriezvučnosti a krokovej nepriezvučnosti bolo uskutočnené na konštrukcii z CLT panelov dňa 11.12.2015. Boli uskutočnené štyri merania deliacich konštrukcii rôzneho zloženia. Namerané a vyhodnotené parametre sledovaných veličín sú uvedené v prílohe 1 a 2.

##### Opis meracieho miesta

1. Meranie bolo vykonané v miestnostiach č.M1 a č.M2 – meranie vzduchovej nepriezvučnosti (posudzovaná ako medzi-bytová deliaca konštrukcia). Skladba deliacej konštrukcie:
  - Sadrokartón,
  - CLT panel,
  - Minerálna vlna,
  - CLT panel,
  - Sadrokartón.
2. Meranie vzduchovej nepriezvučnosti (posudzovaná ako deliaca konštrukcia medzi bytom a spoločným priestorom) bolo vykonané medzi chodbou č. M4 a miestnosťou č. M3. Skladba deliacej konštrukcie:
  - CLT panel,
  - Vzduchová medzera,
  - CLT panel.
3. Meranie vzduchovej nepriezvučnosti (deliacej konštrukcie posudzovanej ako konštrukcia medzi miestnosťami toho istého bytu) bolo vykonané medzi miestnosťami č. M5 a miestnosťou č. M6. Skladba deliacej konštrukcie:
  - Sadrokartón,
  - CLT panel,
  - Sadrokartón.
4. Meranie krokovej nepriezvučnosti stropnej konštrukcie medzi miestnosťami bolo vykonané medzi miestnosťou č. M1 a miestnosťou č. M5. Skladba deliacej konštrukcie:
  - CLT panel,
  - Minerálna vlna,
  - Sadrokartón.

##### Použité prístroje a meracia aparatúra

Vysielacia súprava:

- Signálny generátor NCH Tone Generator,
- Všesmerový zdroj zvuku reproduktorová súprava,
- Normalizovaný generátor krokov.

Prijímacia súprava:

- Zvukomer typ: Brüel&Kjær typ 2270,
- Mikrofón typ: Brüel&Kjær typ 4189.

Kalibračné zariadenie:

- Kalibrátor typ: Brüel&Kjær typ 4231.



### Popis meracej metódy

Meranie vzduchovej stavebnej nepriezvučnosti  $R'_w$  vybraných konštrukcií bolo vykonané podľa STN EN ISO 16283-1. Meranie bolo vykonané tak, že vo vysielacej miestnosti bol vybudovaný všesmerovým zdrojom širokopásmový ružový šum vysokej intenzity. Následne boli merané ekvivalentné hladiny akustického tlaku vo vysielacej a prijímacej miestnosti. Z nameraných hladín bola stanovená výsledná hodnota ako energetický priemer z jednotlivých meraní. Meranie bolo vykonané v tretinooktávových frekvenčných pásmach v rozsahu od (100 do 3 150) Hz. Merací mikrofón bol umiestnený vo výške 1,3 m nad podlahou. V prijímacej miestnosti boli merané hladiny hluku pozadia a bol meraný čas dozvuku.

Meranie krokovej nepriezvučnosti vybranej konštrukcie bolo vykonané podľa STN EN ISO 10140-3. Meranie bolo vykonané tak, že vo vysielacej miestnosti bol vybudovaný krokový hluk pomocou normalizovaného krokového zariadenia a následne boli v prijímacej miestnosti zaznamenané ekvivalentné hladiny akustického tlaku. Meranie bolo vykonané v tretinooktávových frekvenčných pásmach v rozsahu od (100 do 3 150) Hz. Merací mikrofón bol umiestnený vo výške 1,3 m nad podlahou.

### Požiadavky na konštrukcie

Vážené jednočíselné hodnoty vzduchovej nepriezvučnosti medzi hlučnými (vysielacími) miestnosťami a chránenými (prijímacími) miestnosťami musí vyhovovať minimálnym požadovaným hodnotám pre jednotlivé typy hlučných a chránených priestorov.

Požiadavky na zvukovú izoláciu pre jednotlivé druhy konštrukcií v budovách sú dané normou STN ISO 73 0532 [4] vydané v roku 2013. Pre prehľadnosť sú požadované hodnoty uvedené v Tab. 1.

Tab. 1 Požiadavky na zvukovú izoláciu vnútorných deliacich konštrukcií budov [4]

Chránená (prijímacia miestnosť)	Požiadavky na zvukovú izoláciu (dB)					
	steny	dvere	stropy			
P.č. Hlučná (vysielacia) miestnosť	$R'_w$	$D_{nT,w}$	$R_w$	$R'_w$	$D_{nT,w}$	$L'_{n,w}$
<b>Bytové domy, rodinné domy – najmenej jedna obytná miestnosť</b>						
1. Všetky ostatné miestnosti toho istého bytu	42		27	47		63
<b>Bytové domy – obytné miestnosti bytu</b>						
2. Verejne používané priestory domu (schodiská, chodby, priechody, terasy)	<b>52</b>		32	<b>52</b>		58
3. Všetky miestnosti druhých bytov, vrátane príslušenstva	53		-	53		55
3. Verejne nepoužívané priestory domu	47		-	47		63
4. Podjazdy, prejazdy, garáže	57		-	57		53
5. Služby a prevádzkarne v čase po 22.00 h ( $L_{Amax} \leq 85$ dB)	57		-	57		53
6. Prevádzkarne s činnosťou aj po 22.00 h ( $L_{Amax} \leq 85$ dB)	62		-	62		48
<b>Terasoné alebo radové rodinné domy a dvojdomý - obytné miestnosti bytu</b>						
7. Všetky miestnosti v susednom dome	57		-	57		48

Vysvetlivky:

$R_w$  ..... vážená laboratórna nepriezvučnosť (pre vnútorné dvere,)

$R'_w$  ..... vážená stavebná nepriezvučnosť (pre miestnosti so spoločnou celou plochou deliacej konštrukcie),

$D_{nT,w}$  .... vážený normalizovaný rozdiel hladín (pre miestnosti bez spoločnej deliacej konštrukcie),

$L'_{n,w}$  .... vážená normalizovaná hladina akustického tlaku krokového zvuku.

**b.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu experiment 1**

Výsledky meraní vzduchovej stavebnej nepriezvučnosti  $R'$  vybraných konštrukčných prvkov sú uvedené v Tab. 2.

Výsledky meraní krokovej stavebnej nepriezvučnosti  $L'$  vybraných konštrukčných prvkov sú uvedené v Tab. 3.

Tab. 2 Namerané hodnoty vázenej stavebnej nepriezvučnosti

Číslo merania	Vysielací priestor	Prijímací priestor	Nameraná stavebná nepriezvučnosť (dB)	Porovnanie s požiadavkami STN ISO 73 0532
1.	Miestnosť M1	Miestnosť M2	57	Vyhovuje
2.	Chodba M4	Miestnosť M3	47,1	Vyhovuje
3.	Miestnosť M5	Miestnosť M6	40,7	Nevyhovuje

Tab. 3 Namerané hodnoty krokovej nepriezvučnosti

Číslo merania	Vysielací priestor	Prijímací priestor	Nameraná kroková nepriezvučnosť (dB)	Porovnanie s požiadavkami STN ISO 73 0532
4.	Miestnosť M1	Miestnosť M6	69,8	Nevyhovuje

Výsledky merania a stanovenia posudzovanej hodnoty platia za uvedených podmienok a situácie v čase merania.

Z uvedeného vyplýva, že možno vyjadriť súlad s požadovanými hodnotami uvedenými v STN 73 0532 v prípade uskutočnených meraní č. 1 a 2. Pri meraní č. 3 testová konštrukcia nespĺňa požiadavky na vzduchovú pohltivosť podľa STN 73 0532.

Meranie č. 4, krokovej nepriezvučnosti preukázalo, že testovaná konštrukcia nespĺňa požiadavky na krokovú nepriezvučnosť v zmysle požiadaviek STN 73 0532.



### c.) spôsob, metódy a priebeh riešenia experiment 2

#### METODIKA

Akustická charakteristika, koeficient zvukovej pohltivosti dreva použitého na výrobu CLT panelov sa bol určený podľa STN EN ISO 10534-2 Akustika. Určovanie koeficienta zvukovej pohltivosti a akustickej impedancie v impedančných trubiciach. Časť 2: Metóda transformačnej funkcie [5]. Metóda je založená na budení rovinných vln v trubici (šumom alebo kĺzavým tónom) [6] a meraní akustického tlaku na dvoch miestach interferometra. Zo získaných hodnôt komplexného akustického tlaku sa počíta komplexná akustická prenosová funkcia. Z tej je možné určiť koeficienty zvukovej pohltivosti. Vypočítané veličiny sú funkciou frekvencie [7].

Schéma meracej aparatury pozostáva z impedančnej trubice Bruel &Kjaer typ 4206 (Obr. 3), systému PULSE 14 a jedeného modulu LAN-XI Brüel & Kjær typu 3050 s aktívnymi dvoma vstupmi a FFT analýzou, generátora zvukových signálov, 2 zhodných mikrofónov a počítača na zobrazenie a ukladanie nameraných dát. Vzorky dreva boli testované na veľkej impedančnej trubici o priemere  $d = 100$  mm, ktorá je vhodná pre meranie koeficienta zvukovej pohltivosti pri nízkych frekvenciách a používa sa vo frekvenčnom rozsahu  $f = (0 \text{ až } 1600)$  Hz.



Obr. 3 Impedančná trubica Bruel &Kjaer typ 4206

#### PRÍPRAVA VZORIEK

Vzorky na meranie koeficienta zvukovej pohltivosti boli odobraté z CLT panelu pomocou vykružovacej vŕtacej korunky (Obr. 4). Vlhkosť vzorky bola 12 %, teplota okolitého prostredia bola 19 °C. Priemer vzorky 99 mm a hrúbka vzorky 25mm. Počet vzoriek 20 kusov.



Obr. 4 Vzorky pripravené na meranie



### POSTUP MERANIA

Meranie začína zapnutím programu „*Material acoustic testing*“, ktorý beží v prostredí *LabShop*. Po zapnutí programu sa nastaví v menu „*Project setup*“ meranie pre danú trubicu (tzn. Veľká trubica – nastavenie „*Large*“ alebo malá trubica – nastavenie „*Small*“). Mikrofóny sú zapojené a uložené v príslušných otvoroch. Následne sa vykoná kalibrácia prenosovej funkcie (v menu „*Transfer function calibration*“). Pred kalibráciou veľkej trubice je potrebné nastaviť pomocou otočného spínača na trubici funkciu „*Linear*“ a do trubice je vložený kalibračný filter o veľkom priemere  $d = 100$  mm. Pri vlastnej kalibrácii sú najprv mikrofóny v zamenenej polohe (tzn. Mikrofón A je pripojený k vstupu 3 a mikrofón B je pripojený k vstupu 2). Spustí sa kalibrácia. Po jej ukončení sa vymenia mikrofóny do normálnej polohy (tzn. Mikrofón A je pripojený k vstupu 2 a mikrofón B je pripojený k vstupu 3) a uskutoční sa ďalšia časť kalibrácie. Výsledkom je frekvenčná závislosť prenosovej funkcie.

Po ukončení celej kalibrácie sa pomocou prenosových funkcií vykoná kontrola úspešnosti kalibrácie. Ak je kalibrácia úspešná, obe prenosové funkcie sú v celej frekvenčnej oblasti symetrické okolo vodorovnej osi  $x$ .

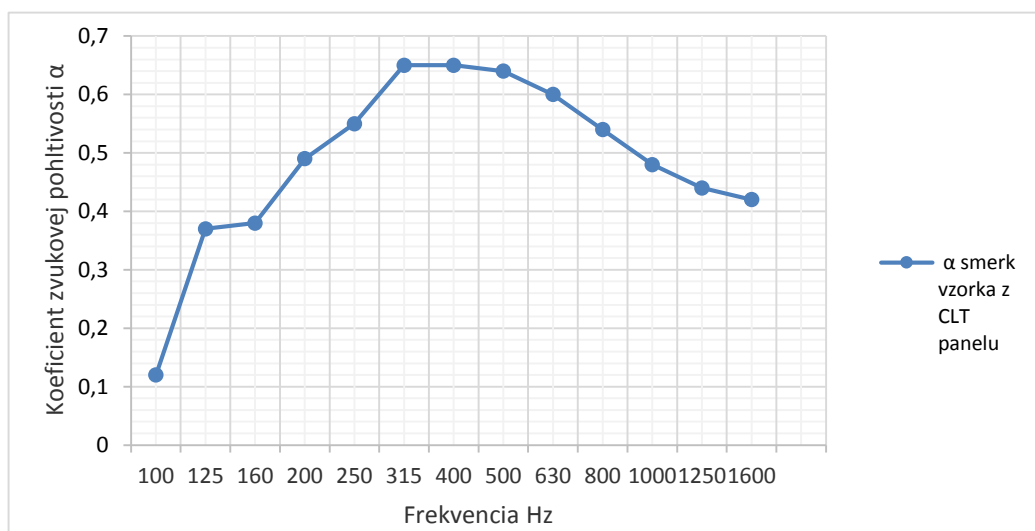
V menu „*Measurement*“ sa uskutoční meranie frekvenčnej závislosti koeficienta zvukovej pohltivosti. Najskôr sa zadá názov a vloží sa vzorka materiálu do trubice. Meranie sa spustí tlačidlom „*Measurement*“. Meranie sa opakuje podľa počtu vzoriek.

V programe Excel je následne s využitím textových súborov z merania na trubici zostrojený graf závislosti koeficienta zvukovej pohltivosti na frekvencii.

#### d.) dosiahnuté výsledky a porovnanie s cieľmi projektu experiment 2

### VÝSLEDKY

Následujúci graf (Obr. 5) zobrazuje namerané priemerné hodnoty koeficienta zvukovej pohltivosti  $\alpha$  vzorky dreva z CLT panelu v závislosti od frekvencie  $f$ .



Obr. 5 Namerané hodnoty koeficienta zvukovej pohltivosti pre drevo použité na výrobu CLT panelov

**e.) uplatnenie výsledkov a ich prínos v riešenej problematike****ZÁVER EXPERIMENT 1**

Na základe meraní boli zosumarizované podmienky na zabezpečenie akustickej pohody v drevostavbách z CLT panelov.

Pre zabezpečenie akustickej pohody medzi dvoma susednými bytovými jednotkami je na základe meraní možné odporučiť použitie sendvičových konštrukcií s 2 CLT panelmi o hrúbke minimálne 115 mm so stredom z minerálnej vlny o hrúbke minimálne 60 mm. Tento panel je obložený z oboch strán sadrokartónovými doskami o hrúbke 0,0125 mm. Takéto zloženie CLT panelu dosahuje vzduchovú nepriezvučnosť 57 dB. Takúto hodnotu vzduchovej nepriezvučnosti má aj stena z pálenej tehly o hrúbke 470 mm.

Medzi dvoma susednými miestnosťami sa ukazuje vhodné použiť 200 mm CLT panel, ktorý má 100 mm vzduchovú medzeru v strede panelu. Takýto panel spĺňa požiadavky na vzduchovú nepriezvučnosť. Pri takomto zložení CLT panelu zostáva zachovaná aj prirodzená kresba dreva, teda je zohľadnená aj požiadavka na estetickú úroveň interiéru.

CLT panel hrúbky 115 mm obložený z oboch strán sadrokartónovými doskami hrúbky 12,5 mm vykázal vzduchovú nepriezvučnosť 40,7 dB., teda hodnotu, ktorá nevyhovuje podmienke na vzduchovú nepriezvučnosť stien susedných miestnosti toho istého bytu.

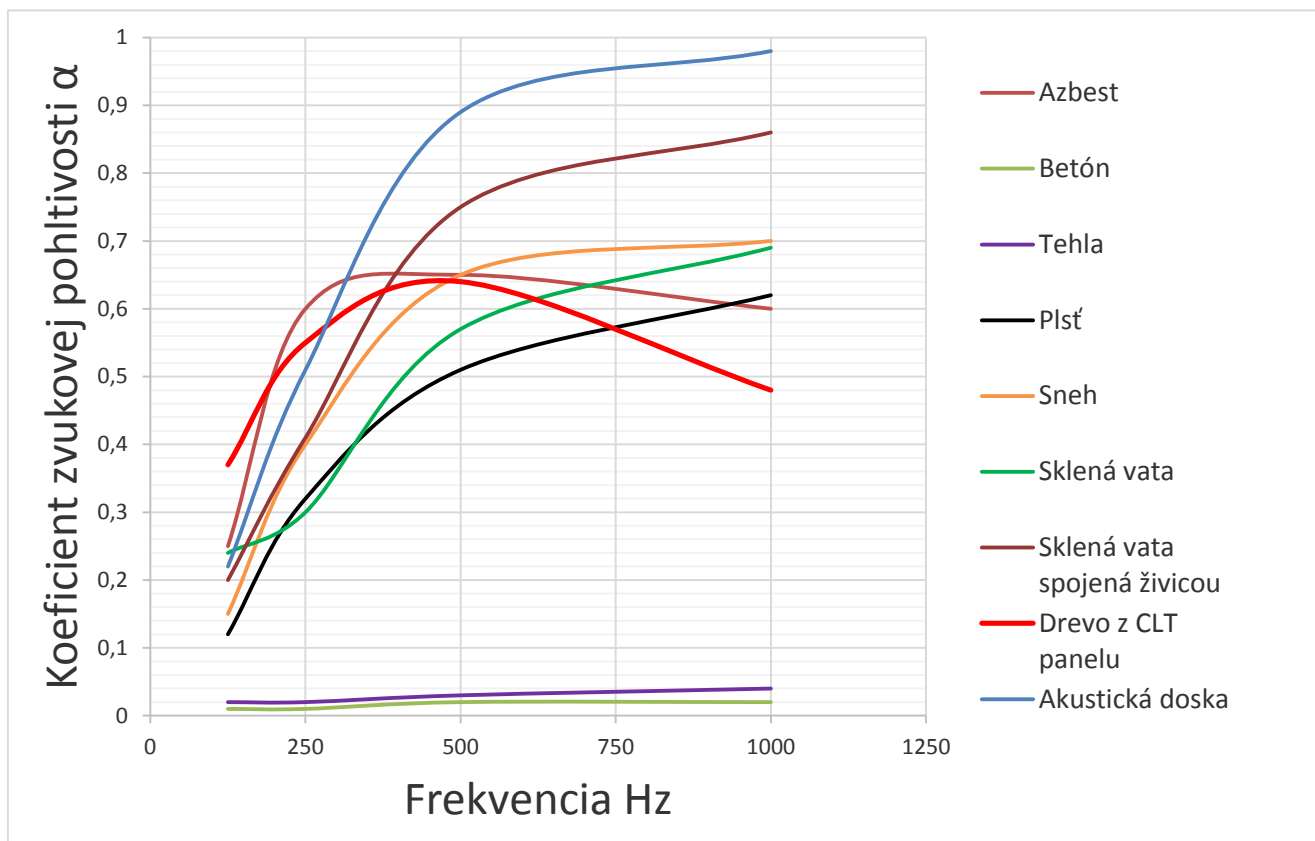
Meranie krokovej nepriezvučnosti preukázalo, že meraná stropná konštrukcia nevyhovuje požiadavkám, ktoré sú stanovené v norme. Preto, v prípade obývania časti stavby nad uvedenou stropnou konštrukciou je potrebné urobiť opatrenia tak, aby stropná konštrukcia vyhovovala v normou stanoveným požiadavkám. Je teda potrebné upraviť skladbu stropnej konštrukcie tak, aby sa zvýšila kroková nepriezvučnosť o 7 dB.

Pri výstavbe drevostavby z CLT panelov je potrebné dbať na zabránenie šírenia zvuku aj nepriamymi cestami. Na nepriame cesty zvuku je obzvlášť potrebné dbať pri výstavbe z prefabrikovaných komponentov, kde je zvýšené riziko ich vzniku. Príkladom je elektroinštalácia na rovnakom mieste panelu v dvoch susedných bytových jednotkách. Touto problematikou sa podrobne zaoberali [8].

**ZÁVER EXPERIMENT 2**

Na základe meraní koeficienta zvukovej pohltivosti materiálu (drevo použité na výrobu CLT panelu), je možné konštatovať, že frekvenčná závislosť koeficienta zvukovej pohltivosti zodpovedá typickým hodnotám pre celulózové materiály. Nasledujúci graf (Obr. 6) znázorňuje porovnanie dreva použitého na výrobu CLT panelu (hrubá červená krivka) s inými stavebnými materiálmi. Z grafu je zrejmé, že drevo použité na výrobu CLT panelu vykazuje oveľa vyššie hodnoty koeficienta zvukovej pohltivosti ako betón alebo tehla. Je možné konštatovať, že dosahuje podobné hodnoty ako azbest alebo sneh. Najnižšie hodnoty dosahuje vo frekvenciách 750 až 1000 Hz. Túto skutočnosť je možné odstrániť použitím sendvičovej konštrukcie so sklenenou vatou alebo plsťou, ktorá sa týmto nežiadúcim javom nevyznačuje.





Obr. 6 Vzájomné porovnanie hodnôt koeficienta zvukovej pohltivosti pre rôzne materiály

*Ak nestačí predloha, použite kópiu tejto strany.*

**Zoznam výstupov, ktoré vznikli na základe výsledkov projektu****a) publikované výstupy**

Č.	Publikácie	Kód KPČ	Popis KPČ	Rok vydania
1.	GERGEL, T. - DANIHELOVÁ, A. - BALGOVÁ, Ľ. <i>Akustické parametre krížom lepeného dreva a akustika stavieb z tohto materiálu.</i> In <i>Nové trendy akustického spektra : vedecký recenzovaný zborník.</i> Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2015, s. 83--89. ISBN 978-80-228-2759-1.	AED	Vedecké práce v domácich recenzovaných vedeckých zborníkoch, monografiách	2015
2.	DANIHELOVÁ, A. - GERGEL, T. <i>Acoustics of buildings from the cross laminated timber.</i>	AFH	Abstrakty príspevkov z domácich konferencií	2015

**b) zoznam výstupov odovzdaných do tlače v roku 2016**

GERGEL, T. - DANIHELOVÁ, A. - DANIHELOVÁ, Z. *Acoustic comfort in wooden buildings made from cross laminated timber.* Odovzdané do tlače recenzovaného časopisu *Akustika* (VOLUME 25), marcové vydanie. Časopis *Akustika* je zaradený do medzinárodnej databázy SCOPUS.

**c) iné výstupy**

GERGEL, T. *Akustické a mechanické charakteristiky krížom lepeného dreva a dreva Thoma 100.* Písomná práca k dizertačnej skúške.

*Publikačnú činnosť vykázať v súlade s Organizačnou smernicou č. 7/2013 o bibliografickej registrácii a kategorizácii publikačnej činnosti, umeleckej činnosti a ohlasov na TU vo Zvolene.*

*Separáty publikačných výstupov tvoria prílohu záverečnej správy. V publikácii musí byť uvedené pod'akovanie IPA.*

**Pod'akovanie**

Touto cestou sa chcem pod'akovať doc. RNDr. Anne Danihelovej, PhD. za poskytnutú odbornú pomoc a rady, ktoré pomohli k vypracovaniu predkladanej práce.

*Ak nestačí predloha, použite kópiu tejto strany.*

**Čerpanie bežných výdavkov spojených s riešením výskumného projektu:**

Cestovné náhrady	<b>96</b>
Konferencie, sympóziá, semináre	<b>39</b>
Sieťové odvetvia - Komunikácie	
Literatúra	<b>0</b>
Vzorkový materiál	<b>408</b>
Drobný hmotný majetok	<b>360,25</b>
Materiál, pracovné nástroje	<b>18,20</b>
Rutinná a štandardná údržba	<b>0</b>
Mzdové náklady (max. 15 %)	<b>0</b>
Dohody o vykonaní práce (max. 10 %)	<b>0</b>
<b>Spolu</b>	<b>921,45</b>

**Rozpis čerpania pridelených finančných prostriedkov na riešenie projektu:**

<b>Názov položky</b>	<b>Cena</b>
Vítacie korunky	18,20€
Clip rám	43,97€
Vložné konferencie M-A-P	39,00€
Kancelárske kreslo č. 5	65,89€
Tonery Brother DCP-9020CDW	130,99€
Pevný disk Crucial MX 200	99,99€
CD + obaly	19,41
Materiál na testovanie	408,00€
Doprava	96,00€

Rozdelenie pridelených finančných prostriedkov oproti rozpisu bežných výdavkov spojených s riešením projektu uvedenom v žiadosti je mierne pozmenené. Na cestovné náhrady dovozu vzorkového materiálu bolo plánovaných 150 € minulo sa 96 € v dôsledku zníženia nákladov na prepravu. Na vložné konferencie bolo minutých iba 39 € v dôsledku zníženia vložného poplatku pre doktorandov. Literatúra bola získaná z iných zdrojov, tým bolo ušetrených 60 €. Pridelená suma na vzorkový materiál bola vyčerpaná podľa plánu. Ušetrené finančné prostriedky boli presunuté do položky „Drobný hmotný majetok“ a oproti plánu boli zakúpené položky: Kancelárske kreslo č. 5 z dôvodu opotrebovania starého a pevný disk, ktorý zefektívnil prácu pri meraniach a uľahčil prenos veľkého objemu dát.

# **IPA TUZVO**

## **Interná projektová agentúra TUZVO**

Technická univerzita vo Zvolene  
Referát vedeckovýskumnej činnosti  
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko  
tel:045/5206 416, <http://www.tuzvo.sk>



<p>Názov a adresa pracoviska:</p> <p>Technická univerzita vo Zvolene Drevárska fakulta Katedra protipožiarnej ochrany T. G. Masaryka 2117/24 960 53 Zvolen</p>	<p>Vyjadrenie fakulty, resp. org. súčasť TUZVO (prodekan pre VVČ, resp. ním poverený zástupca, riaditeľ org. súčasť)</p> <p>.....</p> <p>Dátum a podpis:</p>
--	--



## LITERATÚRA

- [1] STN EN ISO 16283-1 Akustika. Meranie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií v teréne. Časť 1: Vzduchová nepriezvučnosť
- [2] KARACABEYLI, Erol, DOUGLAS Brad. 2013. *CLT handbook: cross-laminated timber*. In: Library and Archives Canada Cataloguing in Publication. Vyd.1. 2013. 572 s. ISSN 1925-0495
- [3] STN EN ISO 10140-3 Akustika. Laboratórne meranie zvukovoizolačných vlastností stavebných konštrukcií. Časť 3: Meranie krokovej nepriezvučnosti
- [4] STN 73 0532 Akustika. Hodnotenie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Požiadavky.
- [5] STN EN ISO 10534-2 Akustika. Určovanie koeficienta zvukovej pohltivosti a akustickej impedancie v impedančných trubiciach. Časť 2: Metóda transformačnej funkcie
- [6] NOVÁK, J., KALINOVÁ, K., *Měření akustické pohltivosti*. TU Liberec 2004, [Online], [cit-20-4-2015] Dostupné na internete: <<http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2004/DIAGO-Mereni%20akusticke%20pohltivosti-No-Ka.pdf>>
- [7] RICK C. MORGANS, XUN LI, ANTHONY C. ZANDER, COLIN H. HANSEN, *Statistics and the two microphone method for the measurement of sound absorption coefficient*. In: Acoustics Australia. Vol. 32. 2004 ISSN: 0814-6039
- [8] DOLEJŠÍ, J., DOLEJŠÍ, F. *The influence of weakening brick walls on sound insulation*. In Akustika, odborný časopis o akustice a vibráciách. 2015, roč. 24, č 1. s. 25 – 32, ISSN 1801-9064.

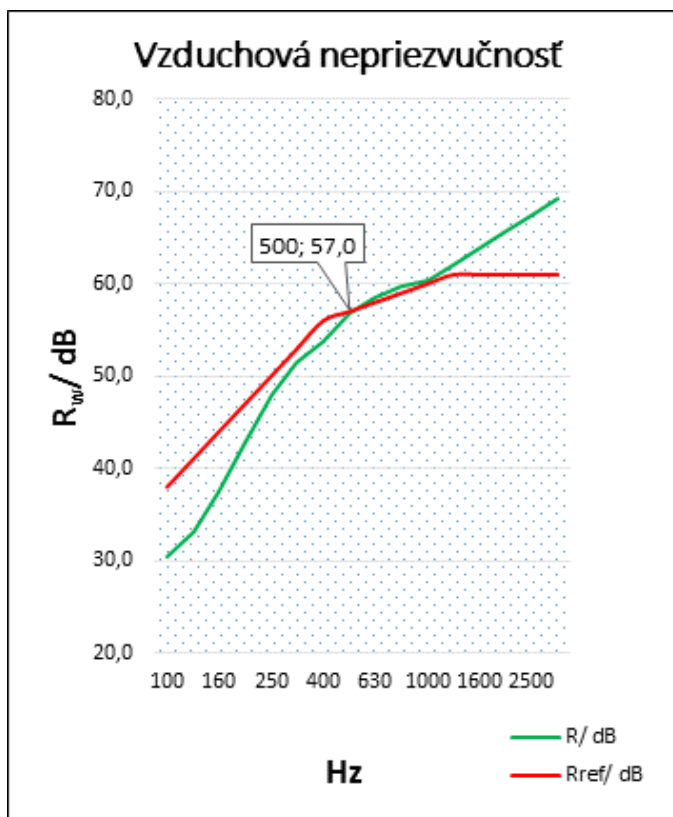


<b>Príloha 1</b> <b>Stavebná nepriezvučnosť podľa STN EN ISO 16283-1</b> <b>Meranie vzduchovej nepriezvučnosti medzi-bytovej deliacej konštrukcie</b>
Miesto merania: Konštrukcia z CLT panelov
Dátum merania: 11.8. 2015
Popis: Stena medzi bytmi

Vlastnosti materiálov:

Č.	Názov	d (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	c (m/s)	$\eta$ (-)
1.	Sadrokartón	0,0125	730	1775	0,021
2.	CLT	0,115	500	2400	0,01
3.	Min. vlna	0,06	99,4	-	0,18
4.	CLT	0,115	500	2400	0,01
5.	Sadrokartón	0,0125	730	1775	0,021

f (Hz)	$R'_w$ (dB)	$R'_{ref}$ (dB)	$\Delta$ (-)
100	30,52	38	7,48
125	33,17	41	7,83
160	37,47	44	6,53
200	42,86	47	4,14
250	47,99	50	2,01
315	51,58	53	1,42
400	53,66	56	2,34
500	56,93	57	0,07
630	58,43	58	0,00
800	59,64	59	0,00
1000	60,41	60	0,00
1250	62,05	61	0,00
1600	63,93	61	0,00
2000	65,67	61	0,00
2500	67,45	61	0,00
3150	69,32	61	0,00
<b>suma</b>			31,82



**Vyhodnotenie podľa STN 730532:**

Vypočítaný stupeň vzduchovej nepriezvučnosti :  $R_w = 57$  dB

Min. požiadavka na zvukovú izoláciu vnútornej deliacej konštrukcie podľa STN 730532:  $R'_{wN} = 57$  dB

**Konštrukcia vyhovuje**

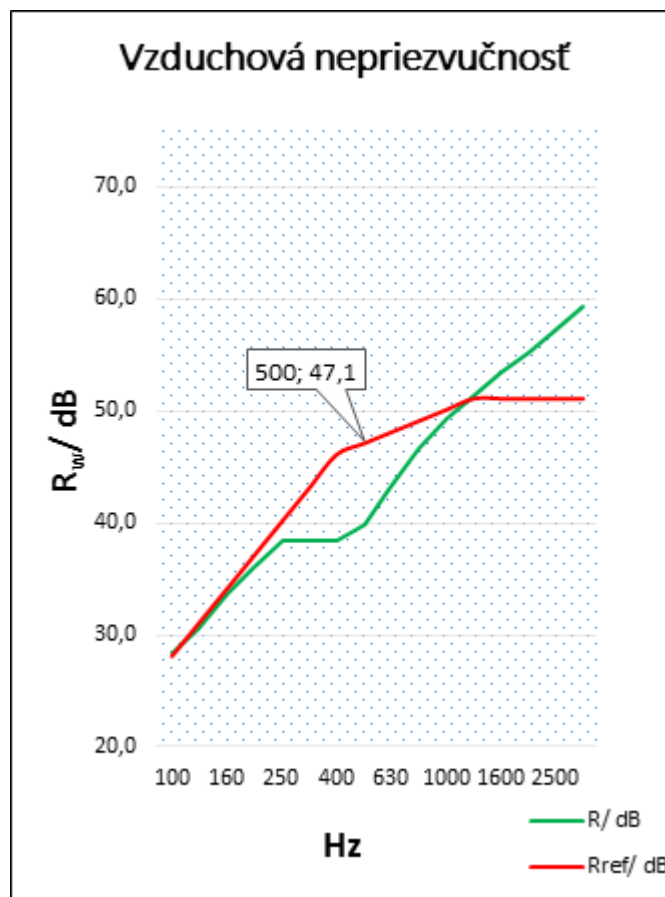


<b>Stavebná nepriezvučnosť podľa STN EN ISO 16283-1</b>
<b>Meranie vzduchovej nepriezvučnosti medzi-bytovej deliacej konštrukcie</b>
Miesto merania: Konštrukcia z CLT panelov
Dátum merania: 11.8. 2015
Popis: Stena medzi bytom a spoločným priestorom (chodbou)

Vlastnosti materiálov:

Č.	Názov	d (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	c (m/s)	$\eta$ (-)
1.	CLT	0,115	500	2400	0,01
2.	Vzduch. m.	0,1	1,29	340	
3.	CLT	0,115	500	2400	0,01

f (Hz)	$R'_w$ (dB)	$R'_{ref}$ (dB)	$\Delta$ (-)
100	28,42	28,1	0,00
125	30,62	31,1	0,48
160	33,62	34,1	0,48
200	36,12	37,1	0,98
250	38,32	40,1	1,78
315	38,32	43,1	4,78
400	38,32	46,1	7,78
500	39,92	47,1	7,18
630	43,26	48,1	4,84
800	46,72	49,1	2,38
1000	49,28	50,1	0,82
1250	51,22	51,1	0,00
1600	53,36	50,1	0,00
2000	55,30	50,1	0,00
2500	57,24	50,1	0,00
3150	59,25	50,1	0,00
	<b>suma</b>		31,48



### Vyhodnotenie podľa STN 730532:

Vypočítaný stupeň vzduchovej nepriezvučnosti :  $R_w = 47,1$  dB

Min. požiadavka na zvukovú izoláciu vnútornej deliacej konštrukcie podľa STN 730532:  $R'_{wN} = 42$  dB

**Konštrukcia vyhovuje**

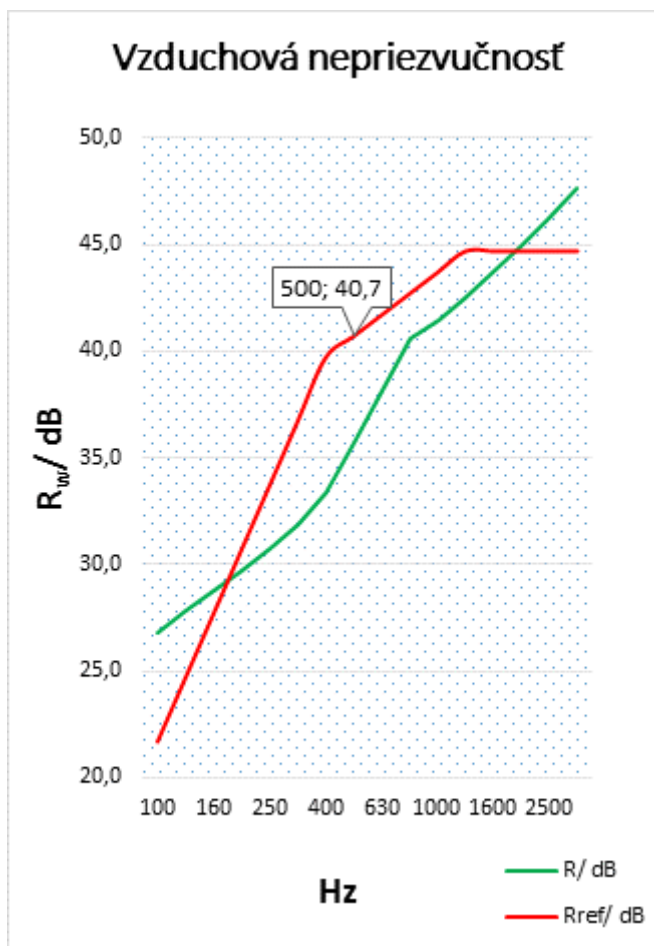


<b>Stavebná nepriezvučnosť podľa STN EN ISO 16283-1</b>
<b>Meranie vzduchovej nepriezvučnosti medzi-bytovej deliacej konštrukcie</b>
Miesto merania: Konštrukcia z CLT panelov
Dátum merania: 11.8. 2015
Popis: Stena medzi izbami

Vlastnosti materiálov:

Č.	Názov	d (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	c (m/s)	$\eta$ (-)
1.	Sadrokartón	0,0125	730	1775	0,021
2.	CLT	0,115	500	2400	0,01
3.	Sadrokartón	0,0125	730	1775	0,021

f (Hz)	$R'_w$ (dB)	$R'_{ref}$ (dB)	$\Delta$ (-)
100	26,78	21,7	0,00
125	27,87	24,7	0,00
160	28,77	27,7	0,00
200	29,69	30,7	1,01
250	30,72	33,7	2,98
315	31,90	36,7	4,80
400	33,36	39,7	6,34
500	35,69	40,7	5,01
630	38,17	41,7	3,53
800	40,59	42,7	2,11
1000	41,47	43,7	2,23
1250	42,46	44,7	2,24
1600	43,69	44,7	1,01
2000	44,90	44,7	0,00
2500	46,21	44,7	0,00
3150	47,67	44,7	0,00
<b>suma</b>			31,25



**Vyhodnotenie podľa STN 730532:**

Vypočítaný stupeň vzduchovej nepriezvučnosti :  $R_w = 40,7$  dB

Min. požiadavka na zvukovú izoláciu vnútornej deliacej konštrukcie podľa STN 730532:  $R'_{wN} = 42$  dB

**Konštrukcia nevyhovuje**





### Príloha 2

#### Kroková nepriezvučnosť podľa STN EN ISO 10140-3 Meranie krokovej nepriezvučnosti stropnej konštrukcie

Miesto merania: Konštrukcia z CLT panelov

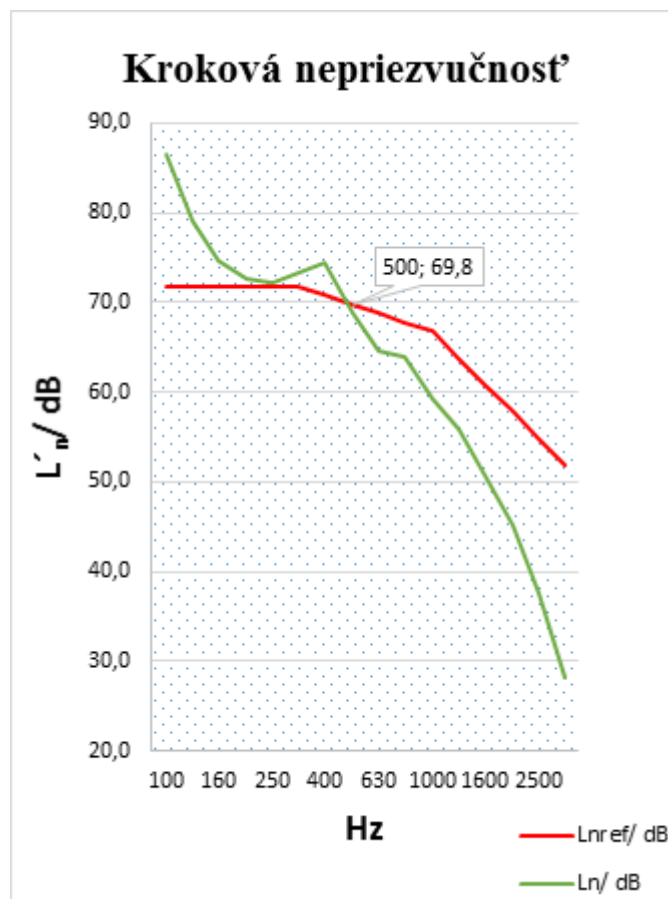
Dátum merania: 11.8. 2015

Popis: Stropná konštrukcia medzi dvoma miestnosťami

Vlastnosti materiálov:

Č.	Názov	d (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	c (m/s)	$\eta$ (-)
1.	CLT panel	0,14 6	500	2400	0,01
2.	Min. vlna	0,1	99,4	340	0,19
3.	Sadrokartón	0,02 6	730	1775	0,021

f (Hz)	$L'_n$ (dB)	$L'_{n,ref}$ (dB)	$\Delta$ (-)
100	86,44	71,8	14,64
125	79,16	71,8	7,36
160	74,67	71,8	2,87
200	72,59	71,8	0,79
250	72,19	71,8	0,39
315	73,40	71,8	1,60
400	74,55	70,8	3,75
500	68,85	69,8	0,00
630	64,66	68,8	0,00
800	63,86	67,8	0,00
1000	59,32	66,8	0,00
1250	55,98	63,8	0,00
1600	50,86	60,8	0,00
2000	45,16	57,8	0,00
2500	37,68	54,8	0,00
3150	28,21	51,8	0,00
<b>suma</b>			<b>31,4</b>



#### Vyhodnotenie podľa STN 730532:

Predpokladaná normal. hladina krokového zvuku:  $L'_n = 69,8$  dB

Najvyššia dovolená normalizovaná hladina krokového hluku podľa STN 730532:  $L'_{nw} = 63$  dB

**Konštrukcia nevyhovuje**

***IPA***  
***TUZVO***

**Interná projektová agentúra TUZVO**

Technická univerzita vo Zvolene  
Referát vedeckovýskumnej činnosti  
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko  
tel:045/5206 416, <http://www.tuzvo.sk>

