

Účinnosť použitia STEREDU k zvukovej izolácii pracovného priestoru

¹Lendelová, J. - ²Plesník, J. – ¹Žitňák, M.

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Technická fakulta – Katedra stavieb, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 NITRA.

²Ing. Ján Plesník – XANTO, Stavby, rekonštrukcie, design, A. Hlinku 2568/33, 960 01 ZVOLEN.

Úvod

Osobitne vyvíjaný textilný materiál na výrobu autodiélov spĺňa vysoké nároky na zvukovo-izolačné, tepelné a protivibračné vlastnosti. Výhodou oproti iným tradičným materiálom je aj vyššia odolnosť voči vlhkosti, plesniam, znížená horľavosť, mechanická odolnosť a v neposlednom rade hygienická nezávadnosť a priateľnosť k ľudskému organizmu.

Vďaka technológii STERED sa podarilo zostaviť prvú komplexnú technologickú linku, spôsobilú zvyškovú časť pri výrobe automobilov ako odstrižkový, ale hodnotný textilný materiál opäť spracovať a zhodnotiť na nové výrobky. Nakoľko je energetická náročnosť spracovania textílií z automobilového sektoru na výrobky STERED 3 až 5 x energeticky úspornejšia, ako výroba izolačných materiálov na báze kameňa, resp. skla., vzniknutý produkt z recyklovanej suroviny v plnom súlade s Akčným plánom Európskej komisie pre energetickú účinnosť, ako i s cieľmi smernice 2010/31/EU v oblasti energetickej hospodárnosti. K napĺňaniu cieľov Akčného plánu energetickej účinnosti prispievajú aj finálne výrobky STERED aplikované v stavebných výrobkoch, keď prispievajú k znižovaniu účinkov tepelných únikov budov. Pre svoje vynikajúce a výnimočné akustické vlastnosti prináša produkt STERED široké uplatnenie pri aplikácii Smernice EU 2003/10/EC o hluku.

Za hluk je podľa Nariadenia vlády č. 115/2006 považovaný každý nežiaduci, rušivý, nepríjemný alebo škodlivý zvuk. Hluk zo systémov techniky prostredia budovy môže obťažovať užívateľov a obmedzovať určené užívanie priestoru alebo budovy. Hluk v priestore sa v zmysle STN EN 150251 môže hodnotiť používaním ekvivalentnej hladiny akustického tlaku váhového filtra A, čo bolo využité i v metodike predkladaného príspevku. Cieľom práce bolo posúdiť zvukoizolačnú priečku medzi dvoma miestnosťami s rôznou hlukovou záťažou z hľadiska efektívnosti použitého recyklovaného materiálu vo forme zvukoizolačných dosiek zo STEREDU.

Materiál a metódy

Posúdenie zvukoizolačnej priečky medzi dvoma miestnosťami s rôznou hlukovou záťažou z hľadiska efektívnosti použitého recyklovaného materiálu vo forme zvukoizolačných dosiek zo STEREDU bolo spracované v dvoch etapách: pred a po vyhotovení zvukovej izolácie medzi pracovňou a polyfunkčnou miestnosťou. Pôvodná priečka z drevoatrieskových panelov hrúbky 10 mm mala dĺžku 6,2 m a výšku 3,1 m. Funkčne delí priestor medzi pracovňou a sekretariátom, resp. polyfunkčnou miestnosťou (navštevovanou denne mnohými stránkami, vybavenou kancelárskou počítačovou technikou, kuchynským kútom pre zamestnancov a kopírovacími strojmi a trezorom s meracou a didaktickou technikou). Po prvých dvoch meraniach hladiny hluku, ktoré zachytávali stav pred akustickou úpravou, boli k pôvodnej priečke pripevnené profily UD-75 a CD-75 vyplnené zvukoizolačnými doskami STERED 150/50 hrúbky 50 mm s rozmermi 1200 x 600 mm a sadrokartónové dosky hrúbky 12,5 mm k uzavretiu sendvičového profilu zo strany sekretariátu. Zo strany pracovne ostala priečka v pôvodnom stave.

Merania boli robené pri piatich zaťažovacích stavoch:

- 1 - Kľud v mimopracovnom čase
- 2 - Bežný pracovný ruch 1 nehovoriacej osoby*
- 3 - Hovorené slovo 1 osoby, CD - segment zvuku č. 1, intenzita č. 30
- 4 - Hovorené slovo viac osôb, CD - segment zvuku č.2, intenzita č. 30
- 5 - Zmiešané hlasy a zvuky, CD - segment zvuku č. 3, intenzita č. 45

Zdroj hluku (Bumblaster JVC-DP 200, 50 Hz, AC 230 W, 44 V) sme uložili do stredu polyfunkčnej miestnosti rovnako pri všetkých meraniach. Pred začiatkom rekonštrukcie boli urobené merania hladiny hluku pri stanovených typoch hlukovej záťaže 1 až 5 v polyfunkčnej miestnosti (A1, A2, A3, A4, A5 – v tab.1 s označením A^1, A^2, \dots), kedy bol snímač hluku umiestnený 2,5 m od zdroja hluku. Potom bol prístroj so snímačom hluku presunutý do pracovne a hluková záťaž v polyfunkčnej miestnosti zopakovaná presne podľa predchádzajúcich zvukových segmentov (so zhodným typom zvuku, intenzitou aj dĺžkou trvania zvuku), ich prenos do pracovne bol snímaný v strede miestnosti (ako B1, B2, B3, B4, B5 - v tab.1 s označením B^1, B^2, \dots). Tie isté merania boli po zaizolovaní priechy zopakované pri rovnako stanovených typoch hlukovej záťaže opäť v polyfunkčnej miestnosti (ako C1, C2, C3, C4, C5 v tab.2 s označením C^1, C^2, \dots) a taktiež v pracovni (ako D1, D2, D3, D4, D5 - v tab.2 s označením D^1, D^2, \dots).

Parametre hladiny zvuku boli merané integračným zvukomerom firmy Brüel Kjaer typu 2240, ktorý priamo meria štyri parametre hladiny zvuku: L_{AF} , L_{Aeq} , L_{AFmax} a L_{Cpeak} .

Počas meraní bol kontrolovaný okamžitý akustický tlak L_{Aeq} , t.j. priebežná efektívna hodnota tlaku ako rozdiel medzi celkovým tlakom a statickým tlakom v určitom okamihu t_i v danom bode prostredia (Nariadenie vlády 115/2006). Okamžitý akustický tlak sa s časom menil. Časová závislosť okamžitého tlaku (časová funkcia $p(t)$) bola spracovaná štatisticky s výsledkami uvedenými v tabuľke 1.

Ďalej bola vyhodnotená hladina zvuku s frekvenčným vážením A s označením L_A (dB) ako priebežná hladina akustického tlaku, v ktorom bola použitá časová funkcia okamžitého akustického tlaku korigovaného frekvenčnou váhovou funkciou A (STN IEC 61 672-1:2004. Zvukomery).

Vážená hladina A zvuku bola vypočítaná z hladín akustického tlaku vo frekvenčných pásmach podľa vzťahu pre súčet hladín

$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i + K_{Ai})}$$

kde L_i je hladina akustického tlaku v i-tom frekvenčnom pásme,

K_{Ai} je frekvenčná váhová korekcia filtra A pre i-té frekvenčné pásmo,

n je počet frekvenčných pásiem

Ekvivalentná hladina A zvuku s označením L_{Aeq} (dB), je veličina definovaná vzťahom

$$L = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt$$

kde $p_A(t)$ je časová funkcia okamžitého akustického tlaku váženého frekvenčnou váhovou funkciou udávaná v Pa,

T je trvanie integrácie, $T = t_2 - t_1$, s

p_0 je frekvenčný akustický tlak, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

Maximálna hladina A zvuku L_{Amax} (dB) ako najvyššia hladina A zvuku bola určená vo zvolenom časovom intervale pri použití časovej váhovej funkcie F, pričom uplatnenie exponenciálnej časovej váhovej funkcie je násobenie druhej mocniny časovej funkcie fyzikálnej veličiny exponenciálnou funkciou s definovanou časovou konštantou. Časová váhová funkcia F (Fast) má časovú konštantu 0,125 s. Vrcholová hladina C akustického tlaku L_{CPk} (dB) bola uvažovaná v zmysle legislatívy ako hladina určená z maximálneho okamžitého akustického tlaku s frekvenčným vážením C počas meraného intervalu podľa vzťahu

$$L_{CPk} = 20 \log \left[\max \left(\frac{p_{c(t)}}{p_0} \right) \right],$$

kde $p_{c(t)}$ je časová funkcia akustického tlaku váženého frekvenčnou váhovou funkciou C. Hladina sa získala meraním hladiny C akustického tlaku na zvukomeri pri použití funkcie Peak.

V závere bola zameraná postupná výkonová gradácia hluku simulovaného v polyfunkčnej miestnosti s analýzou jeho prenosu do pracovne a charakteristiky v intenzitách v siedmich sledovaných úrovniach.

Výsledky a diskusia

Podľa kritérií STN EN 15251 by sa hladina akustického tlaku L_{Aq} v typickom rozsahu v kabinetoch škôl pri zvolenej návrhovej hodnote 35 dB mala pohybovať od 30 do 40 dB (A). Z nameraných údajov pred rekonštrukciou bolo zistené, že zvuky bežných aktivít vznikajúcich v polyfunkčnej miestnosti boli v pôvodnom stave drevenej deliacej priečky nedostatočne tlmené pre typ činnosti v pracovni (kabinete) s rozsahom priemerných hodnôt hladín L_{Aq} od 34,6 dB po 54,6 dB. Pôvodná konštrukcia deliacej priečky dokázala pri meraniach tmiť hladinu hluku L_{Aq} maximálne o 28,7 dB, čím sa však hladina hluku nachádzala stále nad limitnou hodnotou 40 dB (49,3 až 54,6 dB). Maximálna hladina A zvuku L_{Amax} sa v pôvodnej pracovni pohybovala od 68,2 dB do 68,6 dB, vrcholová hladina C akustického tlaku L_{CPk} pri použitých zaťažovacích vzoroch bola v rozpätí od 80,9 po 90,9 dB (Tab. 1)

Tab. 1 Namerané hladiny zvuku pred izolovaním deliacej priečky

Číslo zaťaž. stavu	Špecifikácia zaťažovacieho stavu	A Polyfunkčná miestnosť bez izolácie / B pracovňa bez izolácie		
		L_{Aq} , dB	L_{Amax} , dB	L_{CPk}
1	Kľud v mimopracovnom čase, miestnosť bez ľudí	$^{1}32,5/^{1}32,4$	$A^{1}52,9/B^{1}53,3$	$A^{1}74,8/B^{1}75,5$
2	Bežný ruch 1 nehovoriacej osoby*	$A^{1}55,2/B^{1}49,3$	$A^{1}73,2/B^{1}68,2$	$A^{1}98,7/B^{1}80,9$
3	Hovorené slovo 1 osoby, CD segment č.1, intenzita č. 30	$A^{1}75,7/B^{1}47,4$	$A^{1}87,2/B^{1}57,0$	$A^{1}99,2/B^{1}82,2$
4	Hovorené slovo viac osôb, CD segment.č.2, intenzita č. 30	$A^{1}76,6/B^{1}47,9$	$A^{1}89,8/B^{1}58,3$	$A^{1}99,2/B^{1}79,7$
5	Zmiešané hlasy a hluk, CD segment č. 3, intenzita č. 45	$A^{1}83,2/B^{1}54,6$	$A^{1}98,3/B^{1}68,6$	$A^{1}105,8/B^{1}90,9$

Po vyhotovení akustickej bariéry zvuky bežných aktivít vznikajúcich v polyfunkčnej miestnosti boli po rekonštrukcii deliacej priečky dostatočne tlmené pre typ činnosti v pracovni s rozsahom priemerných hodnôt hladín L_{Aq} od 25,7 dB po 42,4 dB. Zvukoizolačné dosky z recyklátu autotextílií stlmili hladinu

hluku L_{Aq} maximálne o 43,5 dB, čím sa hladina stala väčšinou podlimitná. Maximálna hladina A zvuku L_{Amax} sa v pracovni pohybovala po rekonštrukcii od 45,8 dB do 65,5 dB, vrcholová hladina C akustického tlaku L_{CPk} pri použitých zaťažovacích vzoroch bola v rozpätí od 79,8 po 80,4 dB (Tab. 2).

Tab. 2 Namerané hladiny zvuku po izolovaní deliacej priečky

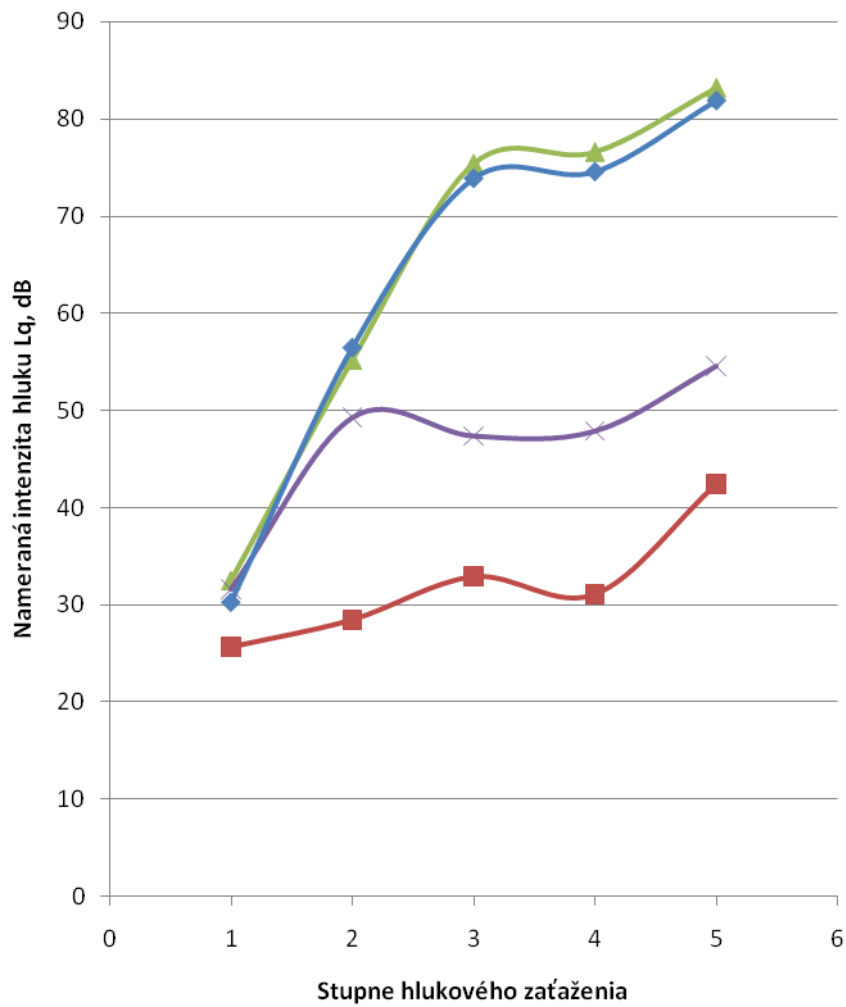
Číslo zaťaž. stavu	Špecifikácia zaťažovacieho stavu	^C Polyfunkčná miestnosť s izoláciou / ^D pracovňa s izoláciou		
		L_{Aq} , dB	L_{Amax} , dB	L_{CPk}
1	Kľud v mimopracovnom čase, miestnosť bez ľudí	$C^{1}30,3 / D^{1}25,7$	$C^{1}56,7 / D^{1}48,8$	$C^{1}68,3 / D^{1}62,6$
2	Bežný ruch 1 nehovoriacej osoby*	$C^{1}56,5 / D^{1}28,5$	$C^{1}76,8 / D^{1}45,8$	$C^{1}97,1 / D^{1}79,8$
3	Hovorené slovo 1 osoby, CD segment č.1, intenzita č. 30	$C^{1}73,9 / D^{1}32,9$	$C^{1}86,32 / D^{1}47,0$	$C^{1}97,6 / D^{1}70,5$
4	Hovorené slovo viac osôb, CD segment.č.2, intenzita č. 30	$C^{1}74,6 / D^{1}31,1$	$C^{1}86,9 / D^{1}53,8$	$C^{1}96,7 / D^{1}65,1$
5	Zmiešané hlasy a hluk, CD segment č. 3, intenzita č. 45	$C^{1}81,9 / D^{1}42,4$	$C^{1}92,8 / D^{1}65,5$	$C^{1}104,7 / D^{1}80,4$

Záver:

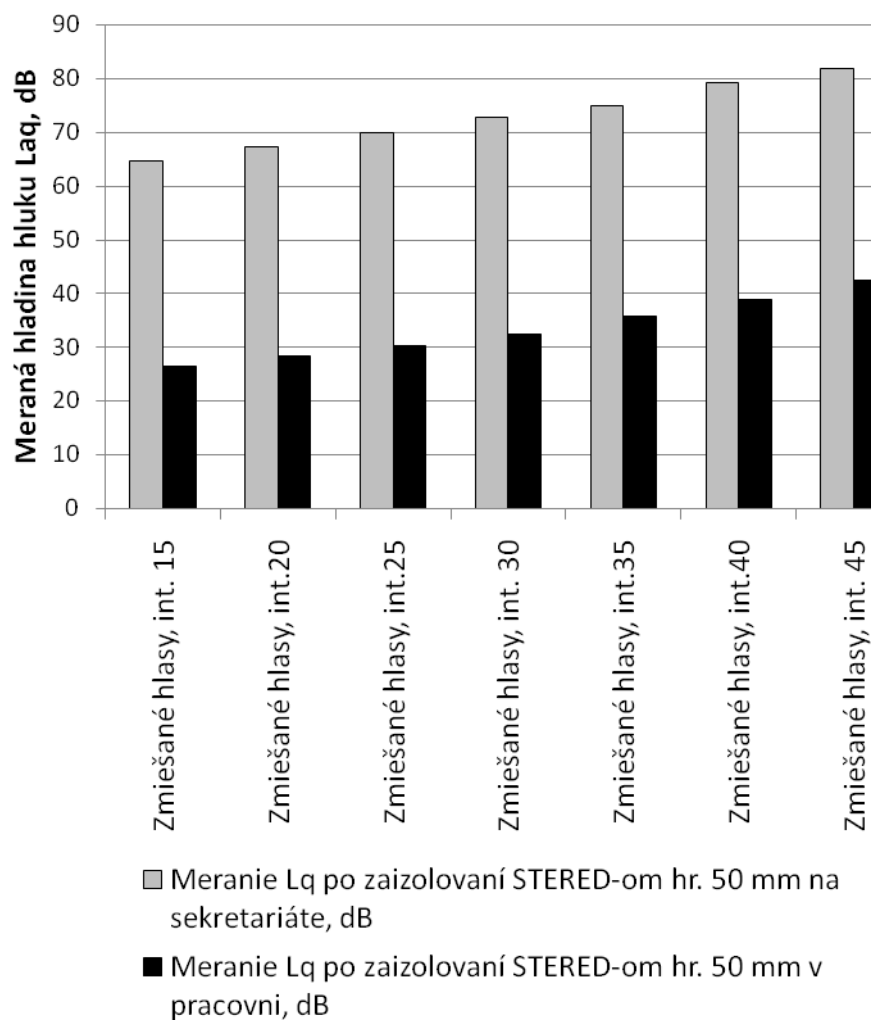
Vnútročné prostredie budov ovplyvňuje zdravie, výkonnosť a komfort užívateľov budov (Nariadenie vlády 115/2006). Dobrá kvalita vnútorného prostredia môže zvýšiť celkovú pracovnú a vzdelávaciu výkonnosť, preto je potrebné definovanie a akceptovanie kritérií pri návrhu i prevádzkovaní budov, i keď očakávanie užívateľov v rôznych podmienkach sa líši (Olsen, 2007; Alexandre et al., 2011). Skúmaný výrobok vo forme dosiek s protihlukovou ochranou preukázal nielen jeho vhodnosť pri použití v priemysle, ale i v školstve a civilnom sektore, a teda v relatívne malých užívateľských priestoroch s pobytom ľudí.

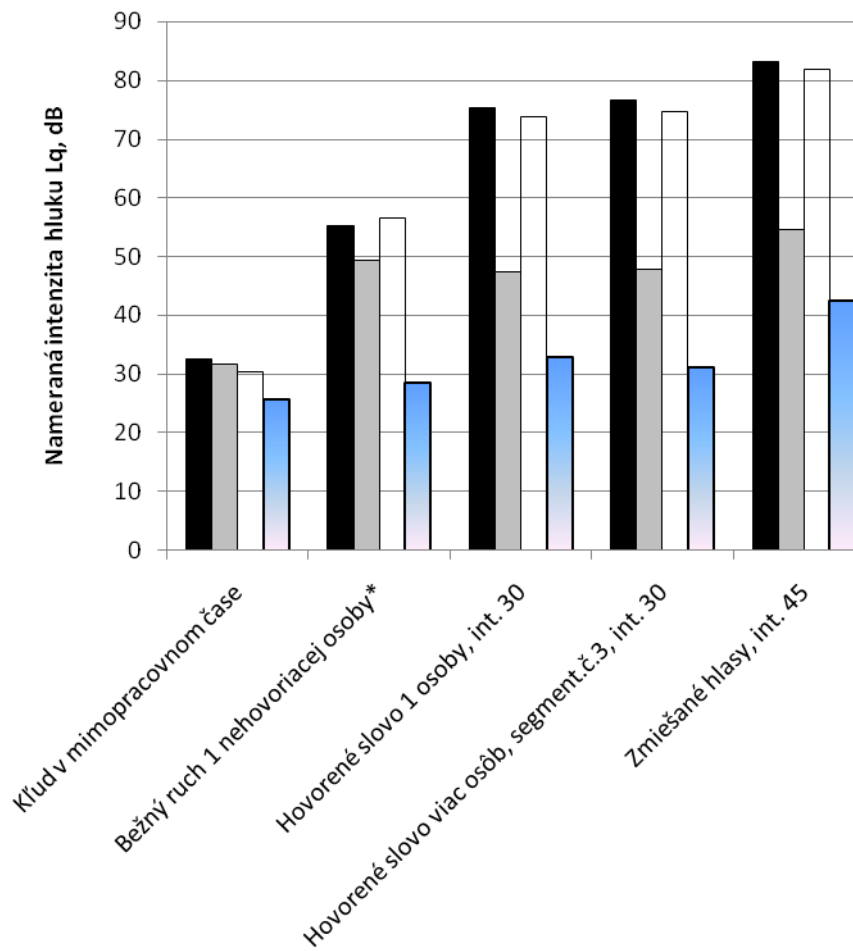
Zoznam použitej literatúry

- 1/ Alexandre, J.L.- Freire, A.- Teixeira, M.- Silva, M.- Rouboa, A. Impact of European standard EN15251 in the energy certification of services. Energy Policy. Volume 39 (2011) Pages 6390–6399.
- 2/ Akčný plán energetickej efektívnosti na roky 2011 - 2013 schválený 11. 5. 2011
Uznesením vlády SR č. 301/2011
- 3/ Bjarne W. Olesen: The philosophy behind EN15251: Indoor environmental criteria for design and calculation of energy performance of buildings. Energy and Buildings. Volume 39, Issue 7, July 2007, Pages 740–749.
- 4/ Nariadenie vlády SR č. 115/2006 z 15. februára 2006 o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku
- 5/ Smernica [2010/31/EU](#) Európskeho parlamentu a Rady z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov.
- 6/ STN EN 15251 Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika
- 7/ STN IEC 61 672-1:2004. Zvukomery



- ▲— Meranie hluku na sekretariáte pred izolovaním
- ×— Meranie preneseného hluku do pracovne pred izolovaním
- ◆— Meranie hluku na sekretariáte po izolovaní
- Meranie preneseného hluku do pracovne po izolovaní





Stupne hlukového zaťaženia

- Meranie hluku na sekretariáte pred izolovaním
- Meranie preneseného hluku do pracovne pred izolovaním
- Meranie hluku na sekretariáte po izolovaní
- Meranie preneseného hluku do pracovne po izolovaní