

STAVEBNÉ A MATERIÁLOVÉ MOŽNOSTI ZNIŽOVANIA HLUKU V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE

STRUCTURE AND MATERIAL POSSIBILITIES OF RAILWAY TRAFFIC NOISE REDUCTION

Ing. Pultznerová Alžbeta, Ph.D.; Ing. Bavlna Lukáš; prof. Ing. Zvolenský Peter, Ph.D.

ABSTRAKT

Príspevok uvádza príklady a možnosti stavebných úprav ako na železničnej trati tak aj na železničnom vozidle, ktoré znižujú hluk. Ďalej sa zaoberá materiálovými možnosťami a to hlavne novým materiálom STERED z pohľadu protihlukových vlastností. Porovnáva ho s akustickými vlastnosťami minerálnej vlny pomocou 2D počítačovej simulácie. V príspevku sú uvádzané možnosti použitia tohto materiálu ako pri odhlučnení železničného vozidla, tak aj na vonkajšie použitie v stavbe železničnej trate.

Kľúčové slova: železničná trať, železničné vozidlo, protihlukové opatrenia, materiál STERED

ABSTRACT

The paper deals with examples and possibilities for building modifications both the railway track as well as the rail vehicle, which reduces noise. Furthermore it deals with material characteristics and especially a new material STERED from the noise reduction point of view. It is compared with the acoustic properties of mineral wool using 2D computer simulation. Possibilities of using this material for noise elimination of railway vehicles as well as for outdoor use in the structure of the railway line are mentioned in the paper.

Key words: *railway track, railway vehicle, noise reducing arrangements, material STERED*

1 ÚVOD

Neustále vzrastajúca intenzita dopravy a súčasne zvyšujúca sa senzibilita obyvateľstva voči zaťaženiu hlukom núti vlastníkov a prevádzkovateľov dopravnej cesty realizovať účinné opatrenia na znižovanie hlukových emisií ako pre lepší komfort dopravy cestujúcich vo vozidle tak pre zníženie negatívnych dopadov z dopravy na jej okolie. Hluk, ktorý vzniká od pohybujúcej sa vlakovej súpravy na kontakte koleso/koľajnica je dominujúcim a rozhodujúcim zdrojom hluku z koľajovej dopravy, ktorý sa šíri jednak v konštrukcii vozňa a jednak je vyžarovaný do okolia.

Na šírenie hluku vo vozidle a jeho vyžarovanie do interiéru má rozhodujúci vplyv jeho konštrukčné riešenie a materiálové vyhotovenie. Na emisiu hluku od zdroja jeho vzniku do jeho okolia má rozhodujúci vplyv topografia terénu a prekážky na trase, ktorými sú napr. aj hlukové bariéry.

2 PROTIHLUKOVÉ OPATRENIA

Protihlukové opatrenia v železničnej doprave môžu byť aktívne a pasívne. Aktívne protihlukové opatrenia sú také konštrukčné úpravy na železničných vozidlách a na železničných tratiach, ktorými sa zníži generovaný hluk emitovaný do prostredia. Pasívne protihlukové opatrenia sú opatrenia, ktorými sa tlmí už vzniknutý hluk na dráhe šírenia zvuku k prijímateľovi alebo do priestoru všeobecne.

2.1 Aktívne protihlukové opatrenia na železničnej trati

Medzi aktívne protihlukové opatrenia na železničnej trati patrí hlavne: pravidelná údržba železničného zvršku, aplikácia moderných konštrukcií železničného zvršku a typov výhybiek, kvalitná konštrukcia koľajnice, vhodná konštrukcia mostných objektov, použitie antivibračných rohoží a podložiek do konštrukcie železničného zvršku a v posledných rokoch aj koľajnicové absorbéry prichytené k stojine koľajnice.

Koľajnicový absorbér má vďaka svojmu konštrukčnému zloženiu vysoké absorbčné vlastnosti (obr. 1), ktorými absorbuje vznikajúce vibrácie na rozhraní koleso/koľajnica a zabraňuje tým generovaniu hluku v koľajnici a taktiež spôsobuje rýchlejší jej útlm. V prípade prechodu vlaku sa v styku medzi kolesom a koľajnicou generuje hluk rôzneho frekvenčného spektra. Koľajnicový absorbér funguje na systéme absorpcie vibrácií na frekvenciách s najväčšími hladinami hluku. [1].



Obr. 1 Koľajnicový absorbér firmy Vossloh [1]

Koľajnicové absorbéry znižujú hluk všeobecne o 1-3dB, pri dobrom navrhnutí 4 – 7dB [1]. Hlavnou ich výhodou je, že je ich možné namontovať aj po zriadení úseku v kritických miestach pre zlepšenie hlukových parametrov po uvedení stavby do prevádzky, nedochádza k obmedzeniam pri údržbe trati, bezúdržbovosť koľajnicového absorbéra a nezasahuje do celkového vzhľadu trate.

2.2 Aktívne protihlukové opatrenia na železničnom vozidle

Na železničných vozidlách, či už hnacích alebo hnaných, je možné znížiť hlukové emisie konštrukčnými opatreniami na rôznych zariadeniach a konštrukčných prvkoch na hnacom vozidle, železničnom vagóne, vhodným typom a materiálom bŕzd, optimalizáciou tvaru kolesa a použitím kolesového protihlukového absorbéra. Pri vyšších rýchlostiach aerodynamickým tvarom skrine a vhodným tvarom zberačov. Pravidelnou kontrolou a údržbou kolies, podvozku a celkového stavu vozidla.

Použitie kolesového protihlukového absorbéra znižuje nielen množstvo emitovaného hluku, ale ho aj pretransformuje do vyššieho frekvenčného pásma a redukuje hladinu hluku v porovnaní s tradičným kolesom. Použitím kolesového protihlukového absorbéra je možné dosiahnuť zníženie hluku na priamom úseku trati o 1 dB, v prípade oblúku malého polomeru, kde pri prejazde štandardného kolesa vzniká škripavý zvuk, až o 5-15 dB [3].

2.3 Pasívne protihlukové opatrenia

Pasívne protihlukové opatrenia sú realizované hlavne priamo na konštrukcii železničnej trate. Na železničnom vozidle sú to len tieniace kryty na vozňovej skrini.

Protihlukové opatrenia, ktoré sú súčasťou železničnej trate, sú: uzatvorená tunelová trasa, protihluková stena, nízka protihluková bariéra (obr. 2), malá koľajnicová protihluková stienka a absorpčné rohože.

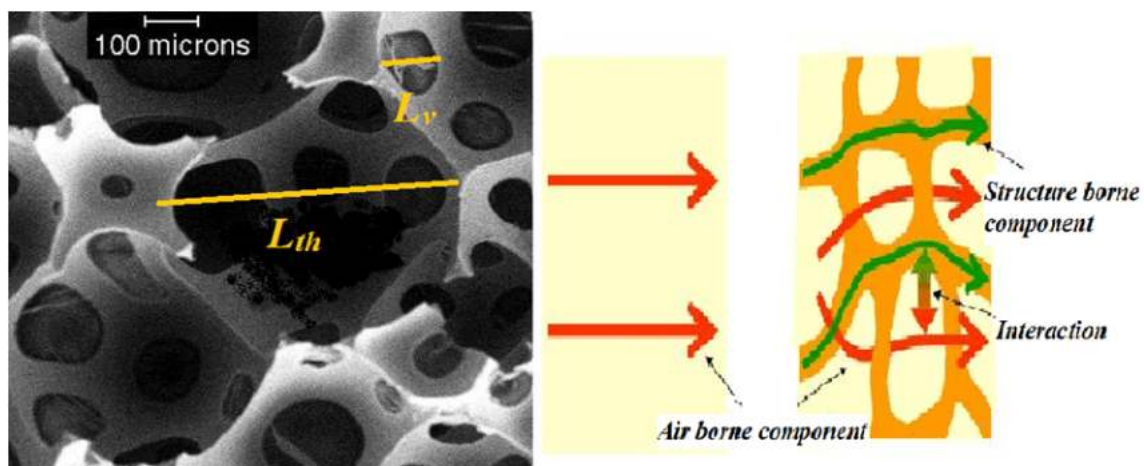


Obr. 2 Nízka protihluková bariéra [2]

3 PROTIHLUKOVÉ MATERIÁLY

V súčasnosti sú tvarové a konštrukčné opatrenia na takom stupni vývoja, že sú už na hranici svojich technologických a technických možností. Napríklad, čo sa týka protihlukových bariér je ich tvar tak optimalizovaný, že ich akustické vlastnosti už viac závisia na použitých materiáloch.

V súčasnosti na znižovania hluku sa používajú rôzne porézne a vlákňité absorpčné materiály. Pri prechode akustickej vlny poréznym materiálom dochádza k viskóznemu treniu častíc vzduchu s povrchom sien póru materiálu. Zvuková energia sa pritom mení na tepelnú.



Obr. 3 Termálna a viskózna charakteristická dĺžka a šírenie akustickej vlny v poréznom materiáli [4, 6]

Najväčší vplyv na akustické vlastnosti porézneho materiálu má jeho termálna a viskózna charakteristická dĺžka (obr.3). Tieto charakteristiky sú skalárnou veličinou. Pre sférické póry sa blíži hodnota L_{th} k polomeru póru. Hodnota parametra L_v sa blíži k hodnote polomeru kanálka, ktorý spája póry. Z 2D a 3D akvizície mikroštruktúry materiálu sa dajú tieto údaje zistiť. [4]

V súčasnosti sa používa pre znižovanie hluku široké spektrum poréznych materiálov. Medzi najčastejšie patrí minerálna vlna, ktorá sa využíva v mnohých konštrukciách (obr.4). Minerálna vlna má však oproti modernejším tepelným a zvukovým izolantom veľa nevýhod. Je to zdraviu škodlivý materiál, ktorý má nízku pružnosť, ktorú časom stráca. Dochádza k starnutiu a k strate objemu, pričom radikálne stráca aj tepelno-izolačné vlastnosti.



Obr. 4 Minerálna vlna firmy Knauf insulation LMF 10 Alu R a materiál STERED® [5, 7]

Ďalším poréznym materiálom, ktorý má výborné zvukovo a tepelne izolačné vlastnosti je STERED. Vstupný materiál pozostáva z odpadu pri výrobe nových automobilov ich textilných dielov, ale aj z vozidiel po skončení životnosti z vyseparovaných textilných častí, čím vznikajú značné objemy textilných materiálov osobitných kvalít. Pre tento materiál je charakteristické:

- má vynikajúce vlastnosti, ktoré sa ani časom nemenia,
- materiál pôvodne použitý v automobile bol určený ku zvukovej a tepelnej izolácii, pritom musí spĺňať hlavne prísne požiadavky zdravotnej nezávadnosti [5].

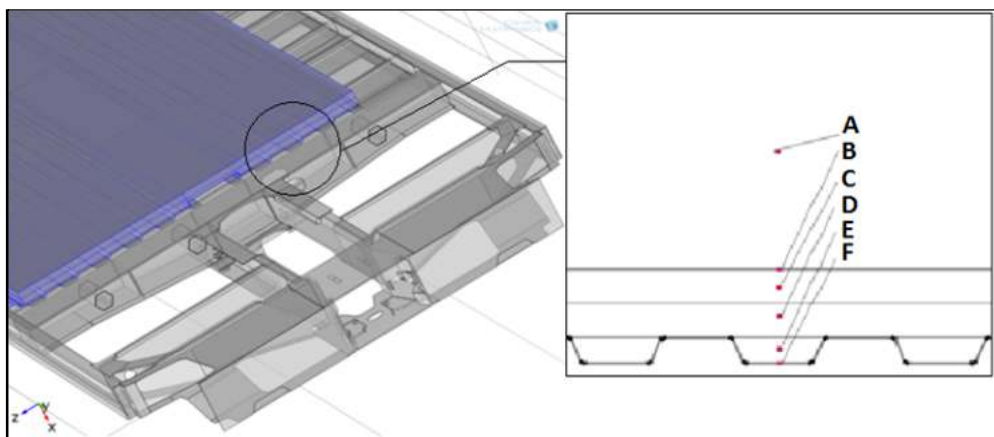
4 VYUŽITIE MATERIÁLU STERED PRI ZNIŽOVANÍ HLUKU V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE

Materiál môže mať široké uplatnenie v žel. doprave ako v konštrukcii vozidla, tak pri pasívnych protihlukových opatreniach – povrchová úprava protihlukových stien. V konštrukciách dopravných prostriedkov môže byť použitá aj ako tepelne akustická izolácia podlahy a stien vozňa.

4.1 2D počítačová simulácia

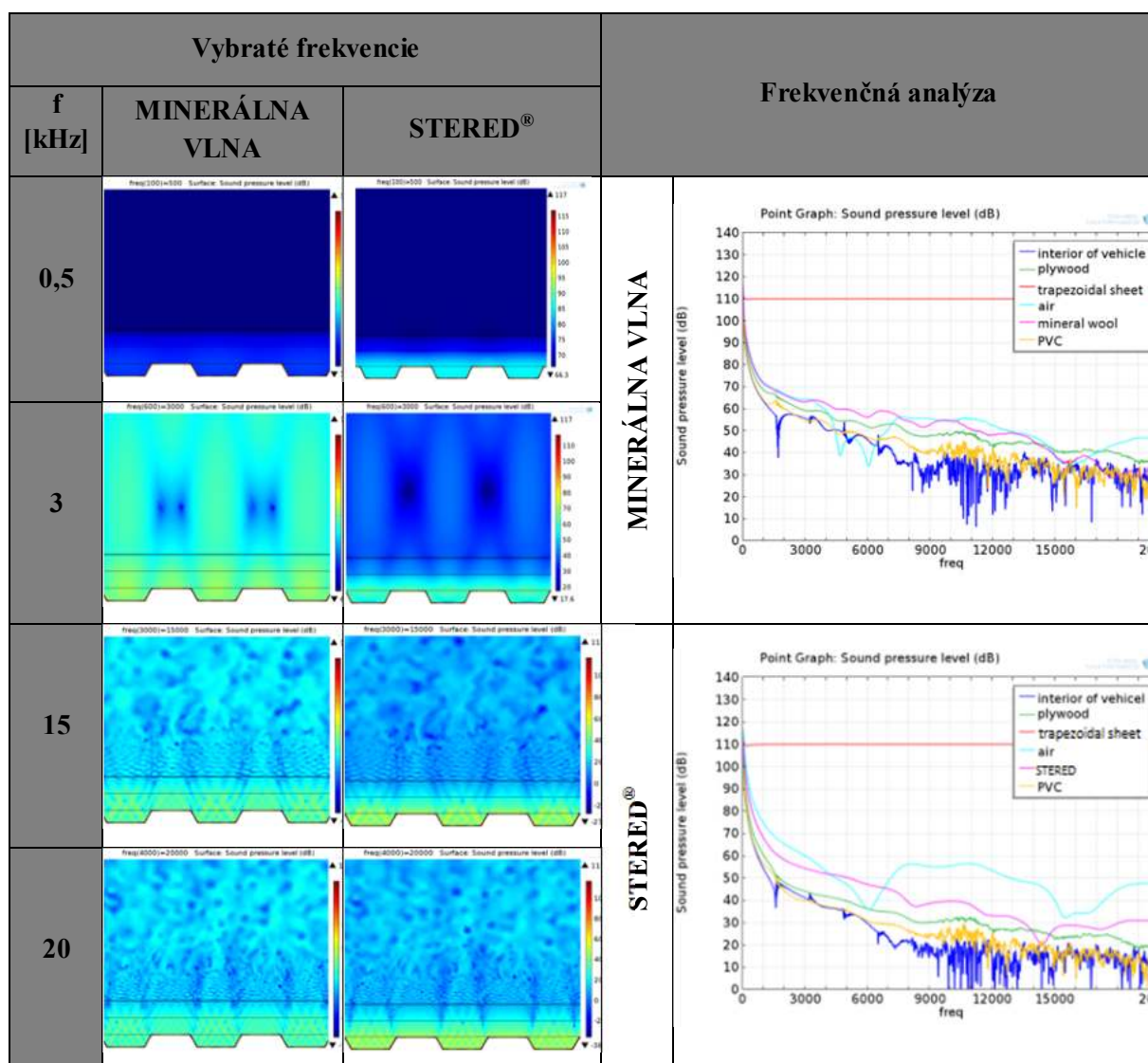
Pre zistenie akustických parametrov materiálu STERED bola využitá na Žilinskej univerzite počítačová simulácia. Pre simuláciu prestupu akustického tlaku cez konštrukciu podlahy osobného vozňa radu Bdgmeer bol zvolený, ako vhodný nástroj program COMSOL Multiphysics 4.4. Cieľom simulácie bolo vykonať frekvenčnú analýzu a zistiť prípadné rozdiely medzi materiálmi minerálna vlna a STERED v útlme daného frekvenčného spektra.

Na povrch trapézového plechu pôsobil akustický tlak o hodnote 20 Pa (120dB). Tento tlak pôsobil vo frekvenčnom spektre 5 Hz až 20kHz. Počas simulácie bolo možné sledovať prestup tohto tlaku celou konštrukciou podlahy až do interiéru vozidla v tomto frekvenčnom spektre. Útlm je možné zistiť porovnaním frekvenčných analýz nameraných v jednotlivých vrstvách konštrukcie podlahy a interiéru vozňa. Vyhodnotenie je pomocou funkcie Pointgraph, kde je možné v spomínaných bodoch obr. 6 zaznamenať hodnoty akustického tlaku v závislosti od frekvencie budenia.



Obr. 6 Meracie body v o vrstvách konštrukcie podlahy. A- vnútrajšok vozidla, B – PVC, C – preglejka, D – STERED®/Minerálna vlna, E – vzduchová medzera, F – Trapézový plech (autor)

Použitím programu COMSOL Multiphysics boli simulované prvotné podmienky prechodu hluku od pojazdu železničného osobného vozňa cez jeho podlahu (Tab.1).



Tab. 1 Výsledok simulácie prechodu akustického tlaku cez konštrukciu steny vozňa (autor)

4.2 Ďalšie možné využitie materiálu STERED v stavebných konštrukciách železničnej trate

Ďalšie využitie materiálu STERED sa dá uplatniť v konštrukciách koľajnicových absorbérov, pri nízkych protihlukových stenách a pri konštrukciách koľajového lôžka ako antivibračné podložky (obr. 7).



Obr. 7 Možnosti použitia materiálu STERED v konštrukciách koľajového lôžka [5]

5 ZÁVER

Z výsledkov simulácie je zrejmé, že materiál STERED vykazuje lepšie akustické výsledky ako materiál minerálna vlna približne o 10 – 15 dB, najmä v oblasti vyšších frekvencií.

Materiál STERED je získavaný recykláciou textilného odpadu, ktorý bol tepelným a akustickým izolantom v automobilovom priemysle. Základný materiál tvoria syntetické vlákna, ktoré majú vysokú odolnosť aj voči poveternostným vplyvom. Tým pádom môže byť využitý aj v exteriéri a má široké uplatnenie.

PodĎakovanie

Práca je podporovaná z prostriedkov grantového projektu VEGA 1/0766/15 Výskum zdrojov hlukových emisií v železničnej doprave a spôsoby ich efektívneho znižovania.

Použitá literatúra

- [1] Benton, David: Railway noise in urban areas: possible source noise reduction measures. Pisa 9-10 November 2006, European Workshop
- [2] Eisenreich, Jan: Nízke protihlukové clony pro železniční a tramvajové tratě, WebArchiv, Časopis Stavebnictví, 9/14, 2014, Načítané z http://www.casopisstavebnictvi.cz/nizke-protihlukove-clony-pro-zeleznichni-a-tramvajove-trate_N5330#, cit. 18.11.2015
- [3] Ho, Wilson: RAIL DAMPER LATEST DEVELOPMENT, REDUCTION OF NOISE RADIATION AND CORRUGATION GROWTH, 20th anniversary of Hon Kong Institute of Acoustics
- [4] Jaouen, L. Načítané z <http://apmr.matelys.com/Parameters/Characterization/Acoustics/ThermalCharacteristicLength.html> cit. 8. 1 2015.
- [5] Stered v dopravnej infraštruktúre, Načítané z <http://www.stered.sk/stered-v-dopravnej-infrastrukture>, cit. 18.11.2015
- [6] Wison technology, Expertise in Power Solution (2015). <http://wisonpower.com/>. Cit. 24. 2. 2015, z http://wisonpower.com/sub/product_view.php?id=94&cat_no=
- [7] <http://www.knaufinsulation.sk/lmf-10-alur-40-mm>, cit 18.11.2015