



## ANALÝZA ÚČINNOSTI AKUSTICKÝCH ABSORBÉRŮ NA PEVNÉ JÍZDNÍ DRÁZE

Zpracovali: Prof. Ing. Jaroslav Smutný, Ph.D., Ing. Vladimír Tomandl, Ph.D., prof. Ing. Luboš Pazdera, CSc. (Fakulta stavební VUT v Brně)

### Souhrn

Ve srovnání s klasickou konstrukcí železničního roštu vyžaduje pevná jízdní dráha podstatně méně údržbových zásahů a vykazuje vyšší stabilitu. Hlavními výhodami pevné jízdní dráhy jsou tedy zejména nízké náklady na údržbu. Přestože užití pevné jízdní dráhy skýtá řadu výhod, představuje také některá rizika a omezení. Jedním z nich jsou předpokládané vyšší emise hluku v okolí železniční trati. Snížení hluku se však dá řešit aplikací vhodných kolejových akustických absorbérů.

Výzkum se tedy v současné problematice analýzy účinnosti dvou typů akustických absorbérů BRENS [1] aplikovaných na kolejové pevné jízdní dráze. Pro účely měření byla navržena odpovídající metodika měření a hodnocení. K vyhodnocení měření byl vybrán vhodný matematický aparát založený na použití metod v časové a ve frekvenční oblasti. V rámci analýzy bylo provedeno srovnání parametrů úseku pevné jízdní dráhy s aplikací a bez aplikace kolejových absorbérů.



Obr. 1 Kolejový absorbér typu Brens

### Oblast použití

Navržená metodika měření a hodnocení akustických parametrů absorbérů najde uplatnění i při hodnocení jiných typů akustických absorbérů aplikovaných na kolejový svršek. Získané výsledky najdou uplatnění i v vývoji další generace kolejových absorbérů.

### Metodika a postup měření

Měřicí profily byly situovány do staničení km 9,765 (absorbér BA), km 9,815 (bez absorbéru) a km 9,865 (absorbér BA-S) koleje. Jedná se o celostátní dráhu, která je v celé své délce elektrizovaná a dvoukolejná. Kolej je v celém úseku měření bezстыková o normálním rozchodu. Železniční svršek je tvořen kolejnicemi 60 E1. Součástí konstrukce PJD RHEDA 2000 s upevněním Vossloh 300 jsou monoblokové pražce B 355.3 U60M s rozdělením 650 mm. Úsek je ve sklonu 9,5 ‰.

Měření byla navržena tak, aby všechny tři úseky byly pojezdovými stejnými vlakovými soupravami stejnou rychlostí pojezdu. Byly navrženy dvě vzdálenosti umístění mikrofonů se zaměřením na valivý hluk vznikající v kontaktu kolo-kolejnice – 1,85 m od osy koleje ve výšce 0,2 m nad spojnicí temen kolejnicových pásů (označeno M1) a v normové vzdálenosti – 7,5 m od osy koleje, ve výšce 1,2 m nad spojnicí temen kolejnicových pásů (označeno M2).

Podotkneme, že pod normovou vzdáleností je rozuměna poloha mikrofonu dle normy SN EN ISO 3095: Železniční aplikace - Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly [2]. V této vzdálenosti naměřené akustické charakteristiky popisují komplexní chování při jezdě soupravy po daném železničním svršku.

Měření byla realizována měřicím systémem Pulse od společnosti Brüel&Kjær. Pomocí infračerveného digitálního teploměru byla zjištěna teplota obou kolejnicových pásů měřena jejich teplota. Rychlosti vlakových souprav byly získány pomocí laserového měřiče rychlosti. Podmínky měření byly nastaveny tak, aby byly v souladu s metodickým pokynem Ministerstva zdravotnictví České republiky.

Před měřením akustických parametrů bylo provedeno měření a srovnání základních geometrických parametrů koleje, drsnosti pojezdové části kolejnic a stanovením stupně TDR. Naměřené parametry byly u všech měřených úseků rovnoměrné.

Pro hodnocení hlučnosti při jezdě vlakových souprav kolem stacionárního měřicího stanoviště je výhodné použít tzv. hladinu provozní expozice (Transit Exposure Level). Tato veličina nejlépe vystihuje akustické chování vlakové soupravy při jezdě.

Šíření akustických vln od jedoucích vlakových souprav je charakterizováno závislostí hodnot akustických hladin na frekvenci. Proto byla při vyhodnocení použita také frekvenční analýza. Po provedení rozboru problematiky a realizovaných kontrolních měření výpočet bylo použito k analýze naměřených dat následujícími metodami a parametry [3]:

1. časového zobrazení průběhu akustického tlaku.
2. Hladiny expozice při jezdě TEL.
3. Frekvenční analýza s využitím průběhu amplitudového spektra v lineární ose.
4. Tetino-oktávová analýza hladin akustického tlaku.

V rámci měřicí kampaně bylo změřeno celkem 60 vlaků, u kterých byly zaznamenány kromě časového průběhu akustického tlaku také jejich další parametry – čas při jezdě, jízdní rychlost, počet vozů, typ lokomotivy a směr jízdy.

## Výsledky

Z vyhodnocení základních hladin akustického tlaku i tetino-oktávových spekter byly vytvořeny pro každý úsek a každou polohu mikrofonu tabulky a grafy. Podotkneme, že vyhodnocené hodnoty byly pro každou kategorii vlaků a danou rychlost při jezdě průměrné. V tabulce Tab. 1 je prezentováno srovnání charakteristik TEL pro všechny měřené úseky.

Tab. 1 Srovnání TEL, srovnání pro všechny měřené úseky

Kategorie vlaku; rychlost [km·h <sup>-1</sup> ]	PJD		PJD s absorberů BA		PJD s absorberů BA-S	
	TEL [dB(A)]		TEL [dB(A)]		TEL [dB(A)]	
	M1 (1,85 m)	M2 (7,5 m)	M1 (1,85 m)	M2 (7,5 m)	M1 (1,85 m)	M2 (7,5 m)
M0s; 120	95	86	92	81	93	81
R;130	103	92	99	87	100	88
SC; 160	101	94	98	88	99	88
RegioJet; 130	106	95	102	90	103	90
LeoExpress; 145	103	92	98	86	99	85
Na; 80	109	101	106	97	108	98

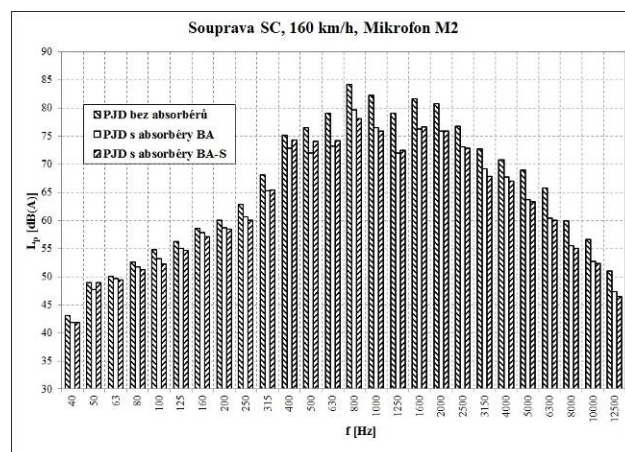
Výsledky ukazují, že nejhlučnější konstrukcí je dle očekávání PJD bez absorberů. Snížení hlučnosti vlivem aplikace kolejových absorberů je ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje cca 5 dB(A) až 6 dB(A).

Tetino-oktávová analýza průměrných vážených hladin akustického tlaku potvrzuje u úseku PJD s aplikací akustických absorberů a bez nich výše uvedená fakta. V některých pásmech středních frekvencí se jedná o rozdíl až 8 dB(A). Nejvíce patrný je tento rozdíl v oblasti 400 Hz až 5,0 kHz.

## Závěr

Metodika měření a hodnocení naměřených dat se při srovnání jednotlivých konstrukcí osvědčila. Základního významu pro porovnání měřených konstrukcí v rámci časové analýzy hluku nabývá zejména hladina expozice při jezdě TEL, která má přímou vazbu na ekvivalentní hladinu akustického tlaku. V analýze hluku byla také použita rychlá Fourierova transformace. Ta se osvědčila pro svoji jednoduchost a rychlost výpočtu. Hodnocenou veličinou bylo vážené amplitudové spektrum akustického tlaku. V úlohách akustiky se navíc standardně používá tetino-oktávová analýza hladiny akustického tlaku, nebo umožňuje snadné srovnání ve frekvenční rovině.

Výsledky analýzy dokládají, že zvýšená hladina akustického tlaku na PJD se dá úspěšně omezit použitím kolejových absorberů hluku. Závěrem lze říci, že účinnost obou absorberů byla taková, že naměřené hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami zjištěnými na trati klasické konstrukce s kolejovým ložem. Tato skutečnost je podložena důvěhodnějšími měřeními.



Obr. 2 Srovnání tetino-oktávových charakteristik

## Literatura

- [1] Eisenreich, J., Karliak J.: Kolejové absorberů hluku BRENS® ABSORBER-výroba a realizace zkušební úseku na PJD RHEDA 2000. Sborník konference Rychlost s tichostí 2015. Powerprint s.r.o. Praha. Plzeň. 2015. Strany 109-122. ISBN 978-80-87994-28-3.
- [2] Česká technická norma SN EN ISO 3095, Železniční aplikace – Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly, 2006.
- [3] Smutný, J.; Pazdera, L.; Tomanl, V., Comparison of Effectiveness of Acoustic Absorbers Applied on a Slab Track, lánek v *Akustika*, ISSN 1801-9064, Studio D-akustika, české Budjovice, 2017