

SROVNÁNÍ AKUSTICKÝCH ABSORBÉRŮ APLIKOVANÝCH NA PEVNÉ JÍZDNÍ DRÁZE

Jaroslav Smutný, Luboš Pazdera, Dušan Janoščík;

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební Ústav železničních konstrukcí a staveb, Veveří 95, 602 00 Brno; Smutny.j@fce.vutbr.cz

Vladimír Tomandl,

Výzkumný ústav železniční, a.s., Křížová 96/18, 603 00 Brno

ÚVOD

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 předpokládán vyšší emise hluku v okolí železniční trati. Snížení hluku se však dá řešit aplikací vhodných kolejových akustických absorbérů.

V současné době jsou v koleji č. 2 zkušebního úseku s pevnou jízdní dráhou v lokalitě Rudoltice – Třebovice v Čechách (Obr. 1) implementovány dva typy kolejových absorbérů hluku o délce cca 150 m. Jedná se o kolejové absorbéry BRENS typu BA z mezerovitého betonu (Obr. 2) a typu BA-S z recyklovaného syntetického materiálu STERED® s umělým trávničkem (Obr. 3).

Technické řešení kolejových absorbérů spočívá v uložení stavebnicových prvků délky přibližně trojnásobku osové vzdálenosti uzlů upevnění na betonové desce pevné jízdní dráhy (PJD) s vytvořením styčné spáry mezi jednotlivými díly. Šířka spáry je cca 50 mm.

Díly se ukládají jak do prostoru mezi kolejnicové pásy, tak i v oblasti vně rozchod koleje. Soustavy dílců jsou v koleji umístěny co nejtěsněji k průjezdnému profilu a vzájemně jsou v koleji fixovány prostřednictvím pryžových stabilizátorů. Na vnější straně jsou absorbéry doplněny sadou lomených desek. Tyto jsou cca po 10 m přerušeny vloženými ocelovými schodišťovými rameny pro možnost bezpečného úniku v případě mimořádné události.



Obr. 1 Pevná jízdní dráha RHEDA 2000 před instalací absorbérů hluku

Podotkněme, že mezi oběma konstrukcemi je ponechán cca padesáti-metrový úsek s obnaženou betonovou deskou pevné jízdní dráhy (PJD). Tento je vhodný například pro srovnávací měření.



Obr. 2 Kolejový absorbér hluku BRENS, typ BA



Obr. 2 Kolejový absorbér hluku s umělým trávnikem BRENS, typ BA-S

Popis lokality 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 č. 2. 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 ‰.

Metodika měření a hodnocení

Měření byla provedena na podzim roku 2018. Cílem měření bylo srovnání dvou konstrukcí kolejových absorbérů ve vztahu k úseku pevné jízdní dráhy bez absorbérů po cca dvouletém období.

Měření byla navržena tak, aby všechny tři úseky byly poježděny stejnými vlakovými soupravami stejnou rychlostí pojezdu. V příspěvku jsou prezentovány výsledky naměřené v tzv. normové vzdálenosti – 7,5 m od osy koleje, ve výšce 1,2 m nad spojnici temen kolejnicových pásů. V této vzdálenosti naměřené akustické charakteristiky popisují komplexní chování průjezdu soupravy po daném železničním svršku.

Před měřeními akustických parametrů bylo provedeno měření a srovnání základních geometrických parametrů koleje, dále drsnosti pojezdové části kolejnic a stupně TDR (míra tlumení koleje – Track Decay Rate). Naměřené parametry byly u všech měřených úseků rovnocenné.

Pro hodnocení hlučnosti průjezdu vlakových souprav kolem stacionárního měřicího stanoviště byla použita hladina provozní expozice TEL (Transit Exposure Level) [1]. Tato veličina nejlépe vystihuje akustické chování vlakové soupravy při průjezdu.

Šíření akustických vln od jedoucích vlakových souprav je charakterizováno závislostí hodnot akustických hladin na frekvenci. Proto byla při vyhodnocení použita také frekvenční analýza formou třetino-oktávových spekter.

Popis měření

Měření na zájmových konstrukcích probíhalo současně. Meteorologické podmínky byly v průběhu měření zjišťovány prostřednictvím přenosné meteorologické stanice a anemometru. Podotkněme, že podmínky měření byly v souladu s metodickým pokynem Ministerstva zdravotnictví České republiky.

Dále byla pomocí infračerveného digitálního teploměru snímána ze zastíněné stojiny obou kolejnicových pásů jejich teplota. Rychlosti vlakových souprav byly získány pomocí laserového měřiče rychlosti Bushnell.

Na každém stanovišti byla měřená data zaznamenávána prostřednictvím šesti-kanálového multianalizátoru Pulse (Brüel&Kjær) a ukládána do notebooku k dalšímu zpracování. K měření a hodnocení byl využit software Pulse od společnosti Brüel & Kjær.

Podotkněme, že na každém stanovišti byl průjezd každé vlakové soupravy také snímán připojenou kamerou pro snazší identifikaci intervalu při výpočtu veličiny TEL. Jejich umístění bylo v ose mikrofonů a systémově byly propojeny s měřicím software.

V rámci měřicí kampaně byl zaznamenán průjezd celkem 30 vlaků. U každého vlaku byly dále zaznamenány další parametry – čas průjezdu, jízdní rychlost, vozová skladba a směr jízdy. Pro vlastní vyhodnocení byly tyto vlaky rozděleny do vhodných kategorií. První představuje vlaky vyšší kvality EC, IC, Ex, druhá kategorie reprezentuje vlakové soupravy řady 480 LEO Express, další pak obsahuje rychlíky R. Poslední dvě kategorie zahrnují motorové vozy MOs řady 840 a 841 a nákladní vlaky.

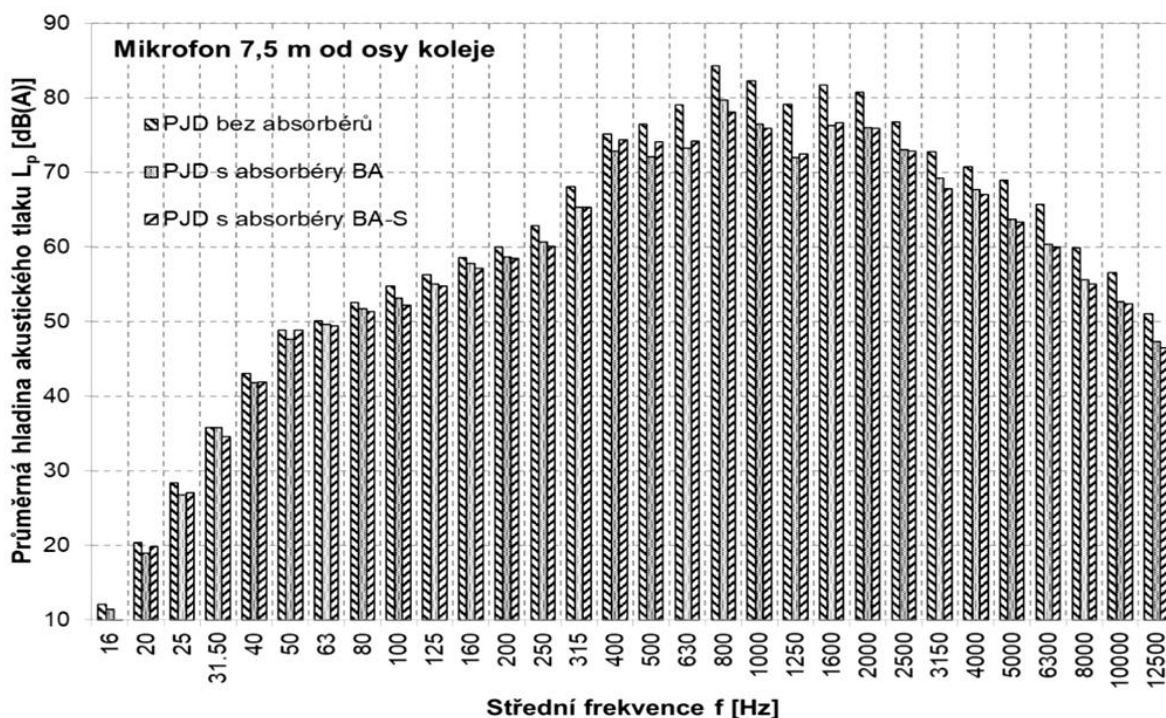
Vyhodnocení měření

Z naměřených záznamů byly vypočteny základní akustické charakteristiky, tedy hladiny TEL a třetino-oktávová spektra. Všechny výpočty byly prováděny s použitím akustického filtru A. Z vypočtených základních hladin akustického tlaku i třetino-oktávových spekter byly vytvořeny pro každý úsek a každou polohu mikrofону tabulky a grafy. Získané hodnoty byly srovnány. Podotkněme, že vypočtené hodnoty byly pro každou kategorii vlaků a danou rychlost průjezdu průměrovány. V tabulce Tab. 1 je prezentováno srovnání charakteristik TEL pro všechny tři měřené konstrukce.

Kategorie vlaku; rychlost [km·h ⁻¹]	PJD	PJD s absorbéry BA	PJD s absorbéry BA-S
	TEL [dB(A)]	TEL [dB(A)]	TEL [dB(A)]
MOs; 120	86	82	82
R; 130	92	87	87
SC; 160	95	89	89
RegioJet; 130	95	90	90
LeoExpress; 145	93	87	86
Na; 80	102	97	97

Tab. 1 Hladina provozní expozice TEL, srovnání pro všechny měřené úseky

Výsledky ukazují, že nejhlučnější konstrukcí je dle očekávání PJD bez absorbérů. Snížení hlučnosti vlivem aplikace kolejových absorbérů je ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje cca 4 dB(A) až 6 dB(A). Z výsledků tak vyplývá, že testované absorbéry hluku dokáží utlumit hladinu akustického tlaku téměř na úroveň klasické konstrukce s kolejovým ložem. Pro srovnání byly použity výsledky z příspěvku [1]. Tento poznatek je velmi důležitý pro hodnocení negativních účinků kolejové dopravy na životní prostředí.



Obr. 4 Srovnání třetino-oktávových spekter získaných při průjezdu soupravy SC, mikrofon se zaměřením na komplexní hluk, rychlost pojezdu 160 km·h⁻¹

Podobné závěry, jako byly učiněny v rámci hodnocení základních hladin akustického tlaku, ukazují také srovnání třetino-oktávových spekter. Tato skutečnost je patrna z obrázku Obr. 4. 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.

Závěry

Na základě provedených analýz je možné konstatovat, že použitá metodika hodnocení poskytuje dobré výsledky a závěry. Měřené a vypočítané veličiny se vyznačují dostatečnou přesností a vypovídající schopností.

Základního významu pro porovnání měřených konstrukcí v rámci časové analýzy hluku nabývá zejména hladina expozice průjezdu TEL, která má přímou vazbu na ekvivalentní hladinu akustického tlaku. Hodnoty hladiny TEL však neposkytují informace o frekvenčním složení naměřených dat na testovaných konstrukcích. Z toho důvodu byly při zpracování dat využity postupy frekvenční analýzy. K prezentaci a srovnání výsledků byla použita třetino-oktávová analýza hladiny akustického tlaku. Podotkneme, že jde o metodu, která se v oblasti akustiky standardně používá zejména z důvodu snadného porovnávání naměřených parametrů.

Prezentované výsledky dokládají, že zvýšené hladiny akustického tlaku na PJD se dají úspěšně omezit užitím kolejových absorbérů hluku. Ze srovnání je patrné, že konstrukce absorbérů BA-S vykazovala o trochu horší vlastnosti, než konstrukce BA. To může být způsobeno strukturou povrchu, kdy absorbéry BA-S jsou oproti absorbérům BA méně členité. Kolektiv autorů se domnívá, že účinnost absorbérů BA-S může být snížena i díky svojí nasákavosti, kdy může mít během deštivého období vodou zahlcený absorbér horší schopnost pohlcovat hluk z valení. Podotkneme, že prokázání snížení účinnosti v průběhu dvou let nebylo zjištěno.

Zkušenosti ze zahraničí dokládají, že přes vyšší pořizovací náklady na PJD (v porovnání s klasickou konstrukcí železničního svršku s kolejovým ložem cca o 50 % až 60 %), se při výrazně nižších provozních nákladech a vyšší životnosti konstrukce finanční návratnost PJD pohybuje kolem 20 let. Aplikací kolejových absorbérů hluku je možné snížit další vícenáklady při zřizování PJD spojené např. s finančně náročnou výstavbou protihlukových opatření, zejména pak protihlukových stěn apod. Obecně tedy platí, že technická omezení brání širšímu použití PJD v podmínkách České republiky, jakými jsou např. vyšší emise hluku, jsou tak v ústraní vůči otázkám ekonomickým. Největší problém tak nadále představují vyšší pořizovací náklady na PJD. Ve snaze o výraznější rozšíření PJD by bylo zapotřebí restrukturalizovat finanční zdroje určené pro železniční infrastrukturu, konkrétně pak navýšit prostředky pro výstavbu s příslibem postupného snižování provozních nákladů.

Použitá literatura

- [1] SMUTNÝ J., PAZDERA L.: Acoustic analysis of selected structures of railway superstructure, Akustika, ISSN 1801-9064, Volume 26, Studio D-Akustika, České Budějovice, 2016
- [2] J. EISENREICH, J. KARLIAK: Kolejové absorbéry hluku BRENS® ABSORBER-výroba a realizace zkušebního 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.
- [3] Česká technická norma ČSN EN ISO 3095, Železniční aplikace – Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly, 2006.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu ADMAS UP – pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie, LO1408.

Abstrakt

Příspěvek je věnován srovnání dvou typů akustických absorbérů BRENS použitých na kolejové pevné jízdní dráze. Akustické parametry byly získány na základě odezvy testovaných konstrukcí na pohybující se zatížení, tedy vlakové soupravy. K vyhodnocení měření byl vybrán vhodný matematický aparát založený na použití metod v časové a ve frekvenční oblasti. Součástí příspěvku je zhodnocení úseků s absorbéry a porovnání s úsekem bez aplikace absorbérů.

Klíčová slova

Pevná jízdní dráha, železniční svršek, akustické absorbéry, hladina akustického tlaku, třetino-oktávové spektrum