

MANAŽERSKÉ SHRNU TÍ

Kritická analýza nových materiálů a nových tvarů vhodných pro protihlukové stěny a návrhy na jejich použití v železniční a silniční dopravě

Datum zpracování: 18. 11. 2019

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROJEKTU

- **Evidenční číslo projektu**

22 905, projektová karta č. 06

- **Název projektu**

Kritická analýza nových materiálů a nových tvarů vhodných pro protihlukové stěny a návrhy na jejich použití v železniční a silniční dopravě

- **Poskytovatel dotace**

Ministerstvo dopravy – nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, 110 15 Praha
Odbor MD, který je gestor projektu: Odbor infrastruktury a územního plánu
Odborný garant: Ing. Marie Soukupová

- **Příjemce dotace**

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
zastoupené: Ing. Jindřichem Fričem, Ph.D., ředitelem

.....
podpis, datum

- **Odpovědný řešitel**

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.

.....
podpis, datum

- **Řešitelský tým**

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

- Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.
- Ing. Petra Marková
- Karel Effenberger
- Ing. Blanka Hablovičová
- Mgr. Roman Ličbinský
- Ing. Ondřej Bret
- Ing. Martin Lidmila, Ph.D.
- Bc. Ing. Lenka Lomoz, Ph.D.

ČVUT

- doc. Ing. Martin Lidmila, Ph.D.
- Ing. Ondřej Bret
- Bc. Ing. Lenka Lomoz, Ph.D.

AKON

- Ing. Karel Šnajdr

- **Odborní garanti projektu**

MD

- Ing. Marie Soukupová

ŘSD ČR

- Ing. Radek Kropelnický

SŽDC

- Ing. Ivo Jauris
- Mgr. Bohumír Trávníček
- Ing. Lenka Vaňková

- **Cíl projektu**

Navázání na dílčí dosažené výsledky v letech 2017 a 2018. Pokračování v měření akustických vlastností PHS, prohloubení stávajících i získání nových znalostí a informací o environmentálních protihlukových stěnách.

- **Celková doba řešení**

29. 01. 2019 – 30. 11. 2019

- **Financování projektu**

Projekt byl financován Ministerstvem dopravy účelovou neinvestiční dotací na podporu rozvoje činnosti veřejné výzkumné instituce v resortu dopravy – Centra dopravního výzkumu, v. v. i. na základě Rozhodnutí č. j. 118/2018-710-VV/1.

1 Úvod

Tato zpráva je stručným shrnutím třetí části projektu „*Kritická analýza nových materiálů a nových tvarů vhodných pro protihlukové stěny a návrhy na jejich použití v železniční a silniční dopravě*“, která navazuje na řešení z předchozích let 2017 [1] a 2018 [2].

Dopravní prostředky svým hlukem významně ovlivňují životní prostředí, přičemž největším zdrojem hluku je provoz na pozemních komunikacích a železničních tratích. Dopravní hluk působí na člověka negativně a přináší s sebou nepříznivé účinky na psychiku lidí i na jejich zdraví, a to zejména v aglomeracích, kde je tomuto hluku vystaveno nejvíce obyvatel. Podle prognóz bude hluk do roku 2030 ovlivňovat stále více obyvatel Evropy. Hlukem z pozemních komunikací převyšujícím 55 dB je v průběhu dne ovlivněno cca 45 % evropské populace, přibližně 75 % populace Evropy je vystaveno dennímu hluku nad 50 dB. Hluk vyšší než 50 dB ruší v noci spánek asi 30 % obyvatel Evropy a hlukem přesahujícím 40 dB je v noci zasaženo 83 % evropské populace [3].

Možností, jak zabránit šíření hluku z dopravy do okolí je mnoho, a dělí se na aktivní a pasivní. Aktivní opatření snižují hlučnost přímo v místě vzniku (chrání tak široké okolí) a pasivní snižují již vzniklý hluk (účinkují na blízkou oblast). Často však není možné použít aktivní protihlukové ochrany a je potřeba použít pasivní, kterou jsou různé protihlukové clony. Nejvíce a nejčastěji používaným opatřením jsou protihlukové stěny, které se vyrábí z různých materiálů a v různých tvarech (zpráva z roku 2017). Na životní prostředí má vliv nejen hluk, ale také materiál a způsob výroby samotných protihlukových stěn. Dnes záleží i na tom, z čeho se PHS vyrábějí a hledí se i na jejich další možné pozitivní účinky. PHS by měly být příznivé k životnímu prostředí (např. použití přírodních materiálů), z ekonomického hlediska co nejlevnější (např. použití lokálních surovin, bezúdržbové) a bonusem je i další užitek (např. výroba elektrické energie, regulace klimatu).

V roce 2019 byl projekt zaměřen na protihlukové stěny (PHS) z přírodních materiálů či PHS environmentálního charakteru. V kompletní zprávě jsou popsány gabiony, zemní valy, stěny či budovy spojené s vegetací i vegetace samotná a také možnost použití fotovoltaických panelů na PHS. Na základě sestaveného katalogu závad v roce 2018 se měření PHS zaměřilo na posouzení akustické účinnosti různě poškozených PHS. Měřicí kampaň byla provedena zejména formou synchronních měření a vyhodnocení rozdílů hlukových hladin před a za PHS s otvory různých velikostí a tvarů.

Dále byl projekt zaměřen na dokončení měření a hodnocení zkušební úseku SŽDC Praha-Sedlec, ve kterém byla poprvé v ČR instalována sklopná nízká protihluková stěna. Provedené technické akustické měření na tomto zkušebním úseku plynule navázalo na tři měřicí kampaně provedené v roce 2018.

Nově řešeným úkolem v roce 2019 bylo zjišťování akustické pohltivosti vybraných protihlukových stěn v okolí železniční sítě měřením in situ (žst. Strančice). Jednalo se o zjištění možného vlivu stárnutí a údržby PHS (mytí tlakovou vodou, vysávání povrchu) na hodnotu akustické pohltivosti.

2 Postup řešení

Projekt se zabývá problematikou gabionů [4–6], jejichž hlavní výhodou je montáž, která je možná kdekoliv a v podstatě kdykoliv. Avšak velmi pracné je vyskládávání výplně (kamenů) do drátěných košů. Dále je zmíněna vegetace [7–10], díky které může dojít ke spojení s PHS (ozelenění stávající PHS např. popínavou rostlinou) nebo může vegetace sama o sobě sloužit jako prostředek pro snížení hluku. Příkladem jsou pásy stromů či keřů nebo zelené střechy. Rostliny regulují mikroklima, čímž napomáhají zlepšit situaci v tepelných ostrovech měst, a také odstraňují polutanty z ovzduší. Jejich akustické vlastnosti se ale mění v závislosti na ročním období a je zapotřebí pravidelná údržba (odklízení biomasy, zastřihávání, zavlažování apod.). Protihlukové valy [11–13] mají téměř neomezenou životnost a jsou považovány za bezpečné, protože při nehodě je možné opustit nebezpečný prostor kdekoliv (nemusí se budovat únikové východy). S ohledem na širokou základnu je na jejich konstrukci potřeba velkého množství materiálu a zabírají též velkou plochu. Fotovoltaické stěny [13–18] sice produkují elektrickou energii, ale jejich návratnost je dosažena až ke konci životnosti jednotlivých komponent, a to nejsou započítány servisní prohlídky. Objektivní porovnání různých protihlukových opatření bylo provedeno pomocí několika vícekriteriálních analýz, které hodnotily technické, environmentální, sociální a ekonomické parametry [19].

V další fázi projektu se měřila účinnost PHS, a to v návaznosti na řešení projektů z předchozích let 2017 a 2018. Bylo provedeno měření vložného útlumu protihlukových stěn u pozemních komunikací s přítomností různých otvorů. Změřen byl i zemní val či lomená betonová protihluková stěna. Celkově v roce 2019 bylo realizováno 9 měřících kampaní.

Další fáze projektu byla zaměřena na dvě skupiny rozdílných akustických měření na železnici. První série měření navazovala na kampaně akustických měření z roku 2018 v lokalitě Praha-Sedlec, kde byla zjišťována účinnost instalované sklopné nízké protihlukové clony a standardní protihlukové stěny. Druhá série měření probíhala nově v lokalitě Strančice na trati č. 221 v úseku staniční km 157,4–157,6. V této lokalitě byla sledována účinnost dvou typů PHS (akustický dílec z dřevocementu FASETON, akustický dílec z lehčeného betonu LIADUR) přímým měřením in situ. První měřící kampaň byla provedena za současného stavu, druhá následovala po vysátí prachových částí z povrchu PHS a po omytí povrchu PHS tlakovou vodou a po vyschnutí následovala třetí měřící kampaň.

Městské protihlukové clony (MPHC) byly vyvinuty pro útlum hluku z tramvajové dopravy. Dalším cílem projektu bylo prozkoumat možnost použití těchto MPHC v železniční dopravě. Uzavření hluku do prostoru pod vozem totiž vede k významnému snížení emise hluku kolejové dopravy. Navíc toto technické opatření z pohledu urbanismu nejméně ruší krajinný ráz v okolí tratě. Byly modelovány, vypočítávány a hodnoceny různé situace.

Součástí zprávy jsou rovněž dvě rozsáhlé přílohy obsahující kompletní informace a výsledky provedených akustických měření na pozemních komunikacích i železničních tratích.

3 Závěr

Získané poznatky mohou přispět k naplňování evropské směrnice 2002/49/EC [20] a zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů [21]. Řešení této problematiky navazuje i na širokou oblast strategických dokumentů státu: Koncepce výzkumu, vývoje a inovací v rezortu dopravy do roku 2030 (Priorita č. 1 „Udržitelná doprava“, Priorita č. 4 „Ekonomická doprava“ [22]), Státní politika životního prostředí České republiky 2012–2020 [23], Doprava šetrnější k životnímu prostředí (The Greening Transport Package) [24], Dopravní politika ČR pro léta 2014–2020 s výhledem do roku 2050 [25], Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) [26].

Pomocí vícekritériálních analýz byly jako nejlépe použitelné vyhodnoceny zemní valy. I přes to, že potřebují nejvíce prostoru, jsou velice kladně hodnoceny technicky, sociálně i ekologicky (životnost, přírodní materiál, vzhled, znovupoužitelnost atd.). Pozitivně byly vyhodnoceny také např. PHS s dřevěnými a transparentními panely nebo gabiony. Jako nejméně vhodné jsou podle analýz hodnoceny nadzemní tubusy s ocelovou konstrukcí a s transparentními panely (odpad, emise, cena) a také fotovoltaické PHS (údržba, neekologická výroba).

Měření různých typů otvorů a děr v PHS u pozemních komunikací (odvodňovací výustě, mostní propustek, chybějící část PHS, nezasypaní PHS, nedoléhající panely PHS), pro různé vlastní typy PHS prokázala, že není důležité, z jakého materiálu je vlastní PHS, ani to, jak vlastní otvor vypadá (čtverec, válec, obdélník, nepravidelný tvar, aj.), důležitá je plocha otvoru v PHS, který není vyplněn. Vliv snížení celkového vložného útlumu v místě otvorů je významný a podstatný. Z provedených výsledků měření vyplývá, že se jedná o logaritmickou závislost mezi plochou otvoru a snížením dosahovaného útlumu v místě tohoto otvoru skrz PHS. Výsledky z akustických měření u železniční trati Praha-Sedlec dokazují, že vlivem nízké protihlukové clony došlo ke zlepšení hlukové situace v měřeném profilu o cca 7 dB. Protihluková stěna na trati Strančice s povrchem FASETON po vysátí povrchu vykazuje velmi mírné zlepšení akustické pohltivosti oproti původní hodnotě pohltivosti, po umytí povrchu tlakovou vodou se však akustická pohltivost navrátí k původním hodnotám. Protihluková stěna s povrchem LIADUR již od počátečního měření vykazuje nižší pohltivost, než je deklarována podle typové zkoušky výrobku. Vysátí ani omytí povrchu se na naměřených hodnotách akustické pohltivosti prakticky neprojevuje.

Tramvajové MPHC lze použít v prostředí železničních tratí. Modelováním MPHC bylo zjištěno, že nejvyšších hodnot útlumu hluku dosahují tyto clony v případě, že jsou instalovány vně každé koleje (ve směru šíření hluku). Zcela nejvyššího účinku útlumu hluku bude dosaženo instalací čtveřice MPHC (vždy z obou stran každé koleje). Umístění dvojice MPHC ve středu železniční tratě ovlivní hluk šířícího se do okolí významně méně. U této polohy je výrazně výhodnější instalace jedné MPHC do osy tratě s co největší výškou. Tato poloha MPHC nejvíce ovlivňuje hluk šířící se od pozorovatele vzdálenější koleje. U bližší koleje dochází k útlumu hluku především díky akustické pohltivosti MPHC.

Seznam použité literatury

- [1] KŘIVÁNEK, V., P. MARKOVÁ, K. EFFENBERGER, R. LIČBINSKÝ, J. KOHOUTEK, M. LIDMILA, P. VÁŇOVÁ, O. BRET, K. ŠNAJDR. *Kritická analýza nových materiálů a nových tvarů vhodných pro protihlukové stěny a návrhy na jejich použití v železniční a silniční dopravě*. Závěrečná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017. s. 349. Zadavatel: MD ČR.
- [2] KŘIVÁNEK, V., P. MARKOVÁ, K. EFFENBERGER, R. LIČBINSKÝ, M. LIDMILA, P. VÁŇOVÁ, O. BRET, K. ŠNAJDR. *Kritická analýza nových materiálů a nových tvarů vhodných pro protihlukové stěny a návrhy na jejich použití v železniční a silniční dopravě*. Závěrečná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2018. s. 145. Zadavatel: MD ČR.
- [3] HOUTHUIJS, D., a další. ETC/ACM Technical Paper 2017/10. *Method to estimate the road traffic noise exposure distribution in Europe*. ETC/ACM (European topic centre on air pollution and climate change mitigation), 2018.
- [4] ZEDNÍK, P. *Doporučení pro využívání gabionových konstrukcí v dopravním stavitelství*. Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2005.
- [5] KOUSSA, F., J. DEFANCE, P. JEAN, P. BLANC-BENON. Acoustic performance of gabions noise barriers: Numerical and experimental approaches. *Applied Acoustics*. 2013, 74(1), 189-197. DOI: 10.1016/j.apacoust.2012.07.009. ISSN 0003682X.
- [6] VAN RENTERGHEM, T., I. VAN GINDERACHTER, P. THOMAS. Porous stones increase the noise shielding of a gabion. *Applied Acoustics*. 2019, 145, 82-88. DOI: 10.1016/j.apacoust.2018.09.016. ISSN 0003682X.
- [7] SUPUKA, J. *Ekologické principy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1991. ISBN 80-224-0128-5.
- [8] BALDAUF, R., E. THOMA, A. KHLYSTOV, V. ISAKOV, G. BOWKER, T. LONG, R. SNOW. Impacts of noise barriers on near-road air quality. *Atmospheric Environment*. 2008, 42(32), 7502-7507. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.05.051. ISSN 13522310.
- [9] ASHEDEN, T.W., M. ASHMORE, J.N.B. BELL, K. BIGNAL, J. BINNIE, J.N. CAPE, S.J.M. CAPORN, J. CARROLL, A. DAVISON, P. HADFIELD, S. HONOUR, K. LAWTON, S. MOORE, S. POWER, C. SHIELDS. Impact of vehicle emissions on vegetation. *Urban transport IX: urban transport and the environment in the 21st century*. Billerica, MA: Computational Mechanics, c2003, s. 313-322. ISBN 1853129615.
- [10] BELL, J.N.B., S.L. HONOUR, S.A. POWER. Effects of vehicle exhaust emissions on urban wild plant species. *Environmental Pollution*. 2011, 159(8-9), 1984-1990. DOI: 10.1016/j.envpol.2011.03.006. ISSN 02697491.
- [11] KOTZEN, B., C.A. ENGLISH. *Environmental noise barriers: a guide to their acoustic and visual design*. 2nd ed. New York: Spon, 2009. ISBN 978-0-203-93138-7.
- [12] WAKEFIELD, C.W. *Noise control earth berms: guidelines for the use of earth berms to control highway noise*. Victoria: Ministry of Transportation and Highways, 1997. ISBN 0-7726-2964-1.
- [13] WATTS, G. R., P.A. Morgan. TRL Published project report PPR046. *Noise barrier review*. Wokingham: TRL Limited, 2005.
- [14] NORDMANN, T., A. FROELICH, A. GOETZBERG, G. KLEISS, G. HILLE, C. REISE, E. WIEMKEN, V. VAN DIJK, J. BETCKE, N. PEARSALL, K. HYNES, B. GAIDDON, S. CASTELLO. *The potential of PV noise barrier technology in Europe*. Glasgow: 16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2000.
- [15] POE, C., A. PLOVNICK, T. HODGES, A. HASTINGS, S. DRESLEY. Highway renewable energy: Photovoltaic noise barriers. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 2017. FHWA-HEP-17-088.
- [16] CARDER, D.R., K.J. Barker. TRL Published Project Report PPR178. *M27 trial of highway noise barriers as solar energy generators*. Wokingham: TRL Limited, 2006.
- [17] MORGAN, P.A. TRL Published Project Report PPR128. *Photovoltaic noise barriers: Scope for demonstration schemes on London's main roads*. Wokingham: TRL Limited, 2006.

-
- [18] MORGAN, P.A. TRL Published Project Report PPR129. *Photovoltaic noise barrier: Scope for small and medium-scale demonstration schemes at surface locations on the London rail network*. Wokingham: TRL Limited, 2006.
- [19] OLTEAN-DUMBRAVA, C., A. MIAH. Assessment and relative sustainability of common types of roadside noise barriers. *Journal of Cleaner Production*. 2016, 135, 919-931. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.06.107. ISSN 09596526.
- [20] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Off J Eur Communities. 2002 Jul 18;45(L 189):12-25.
- [21] *Zákon č. 258/2000 Sb.: Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. Praha, částka 74/2000.
- [22] *Koncepce výzkumu, vývoje a inovací v rezortu dopravy do roku 2030*. Praha, Ministerstvo dopravy, 2018. 29 s.
- [23] *Státní politika životního prostředí ČR 2012–2020*. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 2013(aktualizace 2016). 113 s.
- [24] *Doprava šetrnější k životnímu prostředí a internalizace vnějších nákladů*. P6_TA (2009)0119, Usnesení Evropského parlamentu ze dne 11. března 2009 o dopravě šetrnější k životnímu prostředí a internalizaci vnějších nákladů (2008/2240(INI)), 2009. 4 s.
- [25] *Dopravní politika ČR pro období 2014–2020 s výhledem do roku 2050*. Praha, Ministerstvo dopravy, 2013. 89 s.
- [26] *Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)*. Praha, Ministerstvo dopravy, 2015. 208 s.