

FYZIKÁLNE FAKTORY PROSTREDIA

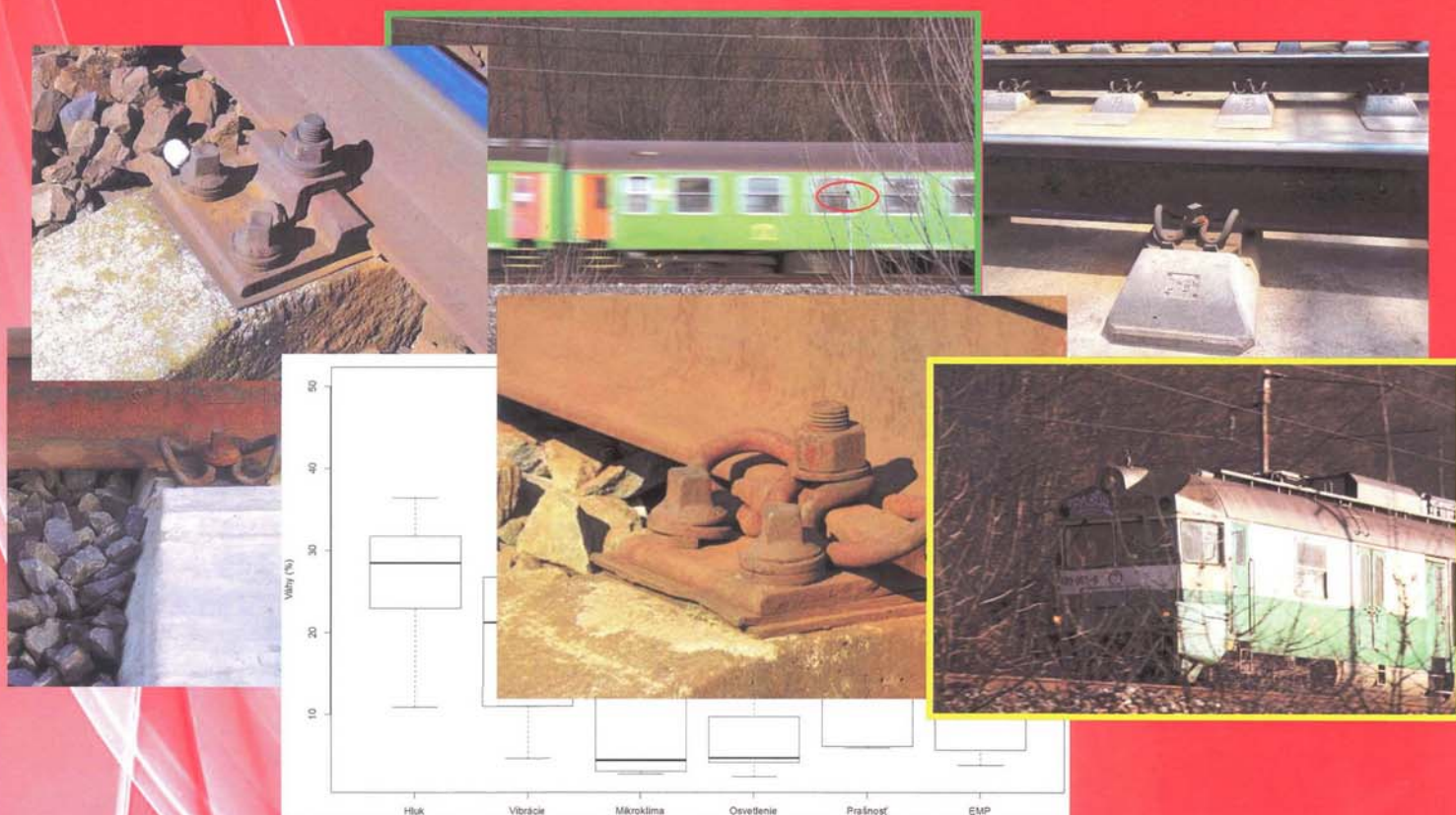
www.ffp.elfa.sk

Časopis o problematike fyzikálnych faktorov prostredia



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH, Strojnícka fakulta
Katedra environmentalistiky

Ročník: IV
Číslo: 1
Júl 2014
ISSN 1338-3922



Hodnotenie kvality pracovného prostredia

Chemické faktory v pracovnom prostredí

Hluk zo železničnej dopravy

Tematické zameranie: Objektívizácia a posudzovanie fyzikálnych faktorov prostredia, metódy pre meranie a vyhodnocovanie meraní, technické, prístrojové a softvérové vybavenie pre meranie a analýzu dát a metódy predikcie.

Vydavateľstvo: Katedra environmentalistiky, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00, Košice **Miesto vydania:** Košice, **Periodicita:** 2 x ročne, **Náklad:** 150 ks, **Ročník:** IV, **Číslo:** 1., **Schválené:** MK SR, **Evidenčné číslo MKSR:** EV 4281/11, **Vydavateľ:** Katedra environmentalistiky, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00, Košice, IČO 00 397 610

Adresa redakcie: Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Tel.: 055/ 602 2671

e-mail: ffp.cas.ke@gmail.com

Všetky príspevky sú recenzované dvomi recenzentmi

Redakčná rada

predseda

prof. Ing. Ervin LUMNITZER, PhD.,
Strojnícka fakulta TU v Košiciach

členovia

Dr.h.c. mult. prof. Ing. František TREBUŇA,
CSc., dekan Strojníckej fakulty TU v Košiciach

prof. MUDr. Ivan ROVNÝ, PhD., MPH, Hlavný hygienik SR, Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky

prof. Ing. Jozef HRAŠKA, PhD., Stavebná fakulta STU v Bratislave

Ing. Drahomíra TOMÁŠKOVÁ, PhD., Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Žiline

Ing. Ladislav MIHALČÍK, PhD., Fakulta verejného zdravotníctva, SZU v Bratislave

Ing. Milan RUSKO, PhD., Slovenská akadémia vied v Bratislave

Ing. Milan DRAHOŠ, D2R engineering, s.r.o., Poprad

Technická redakcia:

Ing. Petra LAZAROVÁ

Ing. Alexandra GOGA BODNÁROVÁ

Vážené dámy, vážení páni

V čase, keď sa Vám dostáva do rúk ďalšie číslo časopisu Fyzikálne faktory prostredia, prežívame dovolenkové obdobie. Možno práve preto by sme nemali zabudnúť na veci, ktoré sú predmetom záujmu nášho časopisu. Aj z tohto dôvodu sme vydanie tohto čísla naplánovali na toto obdobie.

Oblasť fyzikálnych faktorov prostredia prechádza komplikovaným obdobím. Akreditujú sa nové oblasti, akou je napr. oblasť vizualizácie zvukových polí. Nie sú jednoznačne definované východiská a v celej problematike je mnoho nejasností. Práve takýmto oblastiam sa budeme venovať v najbližších číslach.

Snažíme sa pomaly rozširovať oblasť záujmu časopisu. Radi by sme pokračovali v uverejňovaní príspevkov zo zahraničia a tak Vám priblížili metódy, postupy a prístupy iných krajín v riešení problematiky vplyvu faktorov prostredia na zdravie. Upozorňujeme, že najbližšie, mimoriadne číslo FFP vyjde v septembri 2014 a do konca roka vyjde riadne číslo časopisu. Dúfam, že nám zostanete verní a pomôžete naďalej rozvíjať náš časopis.

prof. Ing. Ervin Lumnitzer, PhD.
predseda redakčnej rady

Korekce výpočtových metodik emisí hluku na rekonstruovaných železničních tratích v České republice jako nástroj k objektivizaci modelovaných hodnot

Tomáš JAVOŘÍK, Lukáš TÝFA, David VAŠICA, Monika BILOVÁ, Libor LÁDYŠ, Aleš MATOUŠEK

Anotace

Již několik let dochází na území České republiky k modernizacím, optimalizacím a rekonstrukcím všech kategorií veřejných železničních tratí. Avšak doposud nebylo ověřeno, jakým způsobem ovlivní změny železničního svršku emise hluku ze železniční dopravy, a to především ve vztahu k jednotlivým konstrukcím železničního svršku pro standardně používaný vozový park na českých železničních tratích. To má za následek, že v případě výhledové predikce hluku často dochází k nadhodnocení nebo k podhodnocení akustické situace v okolí železničních tratí a tím také k předimenzování nebo poddimenzování návrhů protihlukových opatření. Tato situace vedla vybrané pracovníky ČVUT v Praze Fakulty dopravní a společnosti EKOLA group, spol. s r.o., k podání návrhu projektu, který přispívá k řešení uvedené situace. Hlavní výsledky tohoto projektu, který v letech 2011–2013 finančně podpořila Technologická agentura České republiky, představuje tento článek.

Úvod

V České republice se provádí v rámci projektových příprav modernizací a optimalizací železničních tratí i výpočty hluku ze železničního provozu podle české výpočtové metodiky hluku ze železniční dopravy. Tato metodika vznikla v tehdejší Výzkumném ústavu železničním již v minulém století a od té doby nebyla aktualizována, a tak při jejím používání dochází u neupravených a nekorigovaných emisních dat k výraznému nadhodnocování hlukového zatížení okolí modernizovaných a optimalizovaných železničních tratí s moderní konstrukcí železničního svršku (pružné upevnění, bezstyková kolej) a s moderními vlakovými soupravami zejména osobní dopravy (osazenými kotoučovými brzdami; ucelené jednotky). S rozvojem počítačového vybavení a pronikáním zahraničního softwaru do České republiky se pro výpočty hluku používají i zahraniční výpočtové metodiky. Jejich hlavním nedostatkem jsou emisní hodnoty, které odpovídají specifikům jednotlivých zemí (jak konstrukcí železničního svršku, tak vozovým parkem), přičemž tyto zvláštnosti jsou v některých případech výrazně odlišné oproti situaci v České republice.

Právě z výše uvedených důvodů byla v České republice velmi aktuální potřeba stanovit (s ohledem na používané konstrukce železničního svršku a na provozovaný vozový park v železniční dopravě) korekce na snížení hluku mezi původní a rekonstruovanou tratí tak, aby bylo možné definovat podmínky, za jakých hodnoty emisí hluku platí. Pak je možné používat nejen českou, ale i zahraniční výpočtové metodiky a přitom se výsledky výpočtu budou co nejvíce blížit reálným podmínkám, a budou tak navrhována optimální protihluková opatření. Zjištění zmíněných korekcí se věnoval tříletý projekt aplikovaného výzkumu, jehož hlavní výsledky jsou představeny v tomto článku.

Sledované konstrukce železniční koleje

Projekt, jehož výstupy jsou v tomto textu prezentovány, byl zaměřen na vliv konstrukce koleje na emise hluku v železniční dopravě. Z hlediska konstrukce koleje se rozeznává buď tzv. klasická konstrukce železniční koleje, nebo tzv. pevná jízdní dráha (PJD). Klasická konstrukce železniční ho svršku obsahuje kolejnice, upevňovač, drobné kolejivo, příčné pražce a šterkové kolejové lože.

Pevná jízdní dráha představuje konstrukci bez kolejového lože – kolejnicové pásy jsou uloženy přímo nebo prostřednictvím zabetonovaných pražců (ojedinele kontinuálně) v prefabrikovaných nebo monolitických betonových deskách z cementobetonu, výjimečně asfaltobetonu.

Konstrukcí železničního svršku lze na české železniční síti najít mnoho, ale provedený výzkum byl zaměřen na jeho následující sestavy, které se nachází v kolejích s traťovou rychlostí do 160 km/h včetně:

- tuhé nepřímé podkladnicové s rozponovými nebo žebrovými podkladnicemi,
- tuhé nepřímé pružné s žebrovými podkladnicemi,
- pružné bezpodkladnicové přímé se svěrkami Vossloh Skl 14,
- pružné bezpodkladnicové přímé se svěrkami Vossloh 300 na pevné jízdní dráze (pro rychlosti vyšší než 80 km/h).

Ostatní tuhá upevnění nebyla do výzkumu zahrnuta, jelikož se při rekonstrukcích železničních tratí obvykle nezřizují. Pro pevnou jízdní dráhu je výzkum zpracován jen pro rychlosti v intervalu 80–160 km/h, protože jednak nebylo možné ověřit provést u nižších rychlostí (oba úseky v ČR disponují traťovou rychlostí vyšší než 100 km/h) a jednak se zřizování pevné jízdní dráhy ani výhledově neuvažuje na tratích s nízkými traťovými rychlostmi. Výsledky výzkumu nezahrnují železniční svršek s ocelovými pražci tvaru písmene „Y“ (i když měření byla na nich v rámci projektu prováděna), jelikož existující úse-

ky na české železniční síti neumožňují ověřit hlukové emise pro rychlosti vyšší než 60 km/h, tedy v pásmu rychlostí, v nichž dominuje hluk z valení.

Za specifickou konstrukcí železničního svršku lze považovat doplnění klasické konstrukce o protihluková opatření, kterými jsou tlumicí bokovnice, umístěné z obou stran ke stojně kolejnici (do spojkové komory). Úseky této konstrukce se v ČR nacházejí prozatím dva (v Poděbradech a Havlíčkově Brodě), ale bohužel nebylo možné prověřit akustický přínos spočívající jen v doplnění bokovnic ke kolejnici, protože navazující úseky kolejí byly konstrukčně řešeny odlišnou sestavou železničního svršku. Efektivitou tohoto typu protihlukového opatření se zabývaly jiné výzkumné projekty.

Měření in-situ

Základem pro stanovení emisí hluku jedoucích vlaků je rozsáhlý soubor dat z provedených „synchronních“ měření (opakovaná měření akustických parametrů při průjezdu téhož vlaku dvěma místy odlišné konstrukce železničního svršku, resp. totožné konstrukce s odlišnou mírou jejího opotřebení) na železničních tratích v ČR s veřejným provozem. Pro měření hluku byla použita metoda měření hladin akustického tlaku integrálním zvukoměrem (hlukoměrem) při průjezdu vozidel kolem pevného měřicího stanoviště podle ČSN EN ISO 3095:2006 „Železniční aplikace – Akustika – Měření hluku vyzářovaného kolejovými vozidly“.

V každém měřicím stanovišti tak byly umístěny současné tři mikrofony – dva ve vzdálenosti 7,5 m od osy sledované koleje (ve výšce 1,2 m a 3,5 m nad temenem přilehlé kolejnice) a jeden ve vzdálenosti 25,0 m a ve výšce 3,5 m, a to mimo jiné také proto, že některé výpočtové metodiky určují emisní hladiny ve vzdálenosti 7,5 m a jiné 25,0 m (viz níže). Při známých parametrech jedoucího vlaku, konstrukce koleje a na základě výsledků měření akustických parametrů byl zjištěn vliv konstrukce železničního svršku na emise a šíření hluku projíždějících vlaků.

Matematický model hladiny expozice hluku

Soubor dat získaných měřeními v terénu a doplněných dopravními charakteristikami vlaků a údaji o konstrukci koleje obsahuje celkem 731 záznamů, z toho 183 průjezdů vlaků nákladní a 548 vlaků osobní dopravy (178 položek přísluší vlakům v motorové trakci). Data obsahují jak nezávisle proměnné (vysvětlující, vstupní), tak závisle proměnnou (vysvětlovanou, výstupní). Cílem je vysvětlovanou proměnnou popsat matematickou funkcí v závislosti na vysvětlujících proměnných. K tomu slouží matematický model, který na základě vstupních hodnot a znalosti jejich chování předloží výstupní hodnotu ve formě matematické rovnice popisující zkoumanou veličinu.

Vysvětlující (vstupní) proměnné:

- sestava žel. svršku,
- technický stav žel. svršku,
- druh trakce (elektrická × motorová),
- podíl ložených vozů u nákladních vlaků,
- počet činných hnacích vozidel zařazených ve vlaku,
- celkový počet náprav vlaku,
- celkový počet vozidel vlaku,
- podíl vozů/náprav s kotoučovými brzdami u osobních vlaků (dle konstrukčních řad vozidel),
- hmotnost vlaku,

- délka vlaku,
- rychlost vlaku,
- existence protihlukových opatření v konstrukci koleje – tlumicí bokovnice.

Vysvětlovaná (výstupní) proměnná:

- hladina expozice zvuku L_{AE} (SEL).

K vyhodnocení naměřených hodnot a zjištění závislosti hlukových emisí jednotlivých konstrukcí železničního svršku na rychlosti jízdy vlaku byl sestaven matematický model závislosti hladiny zvukové expozice L_{AE} (SEL) na vybraných proměnných, využívající vícerozměrnou regresi. Vstupních proměnných je však velké množství, přičemž některé jsou si svým charakterem podobné. Pro výsledný regresní model je ale vhodné, aby vstupních parametrů bylo co nejméně, ale zároveň aby byla zachována informační hodnota datového souboru. K dosažení tohoto cíle byla využita postupná vícenásobná lineární regrese (Stepwise), kde se v jednotlivých krocích ověřuje významnost jednotlivých proměnných v modelu.

V lineárním modelu byly statisticky prokázány následující vlivy na vznik hlukových emisí při rychlosti vlaku do 60 km/h:

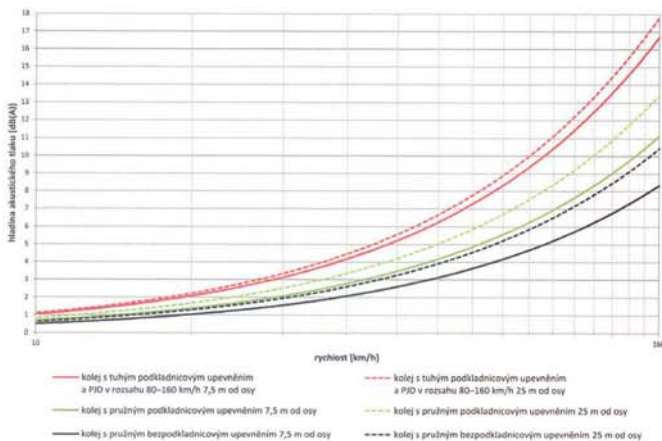
- rychlost vlaku: přímá úměrnost,
- počet vozidel vlaku: přímá úměrnost,
- podíl vozidel s kotoučovými brzdami: nepřímá úměrnost, rozdíl mezi nulovým a 100% podílem 4–6 dB.

V lineárním modelu byly statisticky prokázány následující vlivy na vznik hlukových emisí při rychlosti vlaku nad 60 km/h:

- rychlost vlaku: přímá úměrnost,
- počet vozidel vlaku: přímá úměrnost,
- podíl vozidel s kotoučovými brzdami: nepřímá úměrnost, rozdíl mezi nulovým a 100% podílem cca 6 dB,
- podíl vozidel s jednonápravovými podvozky: nepřímá úměrnost,
- konstrukční řešení žel. svršku: nejnepříznivější z hlediska hlučnosti se jeví tuhé podkladnicové upevnění, následuje pružné podkladnicové upevnění a nejpříznivěji působí pružné bezpodkladnicové upevnění kolejnic, přičemž rozdíl mezi tuhým podkladnicovým a pružným bezpodkladnicovým upevněním činí 3–4 dB (průměr za celé spektrum rychlostí),
- technický stav žel. svršku: špatný technický stav železničního svršku navyšuje emise hluku o cca 2 dB (měřeno pouze na tuhém upevnění),
- druh trakce: soubor jevů souvisejících s motorovou trakcí snižuje hlučnost o cca 1 dB (může se jednat např. o skutečnost, že většina nákladních vlaků byla měřena na elektrické trakci).

Účelem lineárního regresního modelu byla zejména identifikace významných vlivů (proměnných) na vznik hlukových emisí, a tvořil tak přípravnou fázi na nelineární regresní model, který umožňuje určit přesnější tvar zkoumaných závislostí – především ve vztahu k rychlosti jízdy vlaků. Do nelineárního modelu vstoupily pouze ty proměnné, které v lineárním modelu vyšly jako významné ¹ s výjimkou špatného technického stavu železničního svršku. ² Proměnná reprezentující motorovou trakci vyšla v nelineárním modelu jako nevýznamná a v rámci zpřesnění byla z výpočtů vypuštěna. Výsledný model popisuje 83 % proměnlivosti v datech a splňuje z hlediska statistiky předpoklady na něj kladené. Nelineární model byl sestaven z dat získaných měřeními v letech 2011 až 2012 a byl validován daty naměřenými v prvním pololetí roku 2013.

Výstupem vícerozměrného nelineárního modelu pro potřeby projektu jsou emisní charakteristiky jednotlivých konstrukčních typů železničního svršku dané exponenciálními funkcemi na logaritmické stupnici. Vliv vozidel a další faktory působící na vznik hluku při průjezdu vlaku jsou reprezentovány zbývajícími proměnnými, emisní charakteristiky jsou tak přímo vlastnostmi jednotlivých konstrukcí.



Obr. 1: Emisní charakteristiky (faktory rychlosti) pro jednotlivé konstrukce železničního svršku podle výsledků měření pro vzdálenosti 7,5 m a 25,0 m od osy koleje (zdroj: autoři)

Uvedené emisní charakteristiky (viz tab. 1, tab. 2 a obr. 1) mají stejný charakter jako faktor rychlosti F_V v české výpočtové metodice, faktor rychlosti D_V v německé výpočtové metodice „Schall 03“ a faktor rychlosti reprezentovaný členem $b \cdot \lg v$ v nizozemské výpočtové metodice „RMR 2006“. Tab. 1 je přednostně určena pro českou a nizozemskou metodiku a tab. 2 pro metodiku německou – s ohledem na to, v jaké vzdálenosti od osy koleje jednotlivé metodiky určují emisní hladiny. Z funkcí uvedených v tab. 1 a tab. 2 vyplývá, že se vliv faktoru rychlosti zvyšuje s rostoucí vzdáleností od osy koleje, ale celková hladina emisí hluku z železniční dopravy s rostoucí vzdáleností od osy koleje samozřejmě klesá.

Tab. 1: Závislost emisní hladiny akustického tlaku A (L_E) na rychlosti vlaku v km/h pro jednotlivé konstrukce železničního svršku ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje v decibelech

Konstrukce železničního svršku	Emisní charakteristika
tuhé podkladnicové upevnění a PJD ¹⁾	$L_{E,7,5m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,024 \cdot V}) \cong 0,104 \cdot V$
pružné podkladnicové upevnění	$L_{E,7,5m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,016 \cdot V}) \cong 0,069 \cdot V$
pružné bezpodkladnicové upevnění	$L_{E,7,5m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,012 \cdot V}) \cong 0,052 \cdot V$

Tab. 2: Závislost emisní hladiny akustického tlaku A (L_E) na rychlosti vlaku v km/h pro jednotlivé konstrukce železničního svršku ve vzdálenosti 25 m od osy koleje v decibelech

Konstrukce železničního svršku	Emisní charakteristika
tuhé podkladnicové upevnění a PJD ¹⁾	$L_{E,25m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,026 \cdot V}) \cong 0,113 \cdot V$
pružné podkladnicové upevnění	$L_{E,25m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,019 \cdot V}) \cong 0,083 \cdot V$
pružné bezpodkladnicové upevnění	$L_{E,25m}(V) = 10 \cdot \log(e^{0,015 \cdot V}) \cong 0,065 \cdot V$

¹⁾ Jiná vazba mezi lineárním a nelineárním modelem neexistuje.

²⁾ I když byl stav železničního svršku z hlediska údržby označen jako špatný, vždy se jednalo o koleje, jejichž technický stav odpovídal platným předpisům pro zajištění provozuschopnosti dráhy. Z uvedených důvodů není příslušná proměnná v nelineárním modelu zahrnuta a konstrukce s tuhým upevněním kolejnic představuje žel. svršek v průměrném technickém stavu.)

³⁾ Emisní charakteristika pevné jízdní dráhy platí v rozsahu 80 - 160 km/h. Její vliv na emisí hluku pro nižší rychlosti nebylo možno experimentálně ověřit – viz výše.

Korekce emisí hluku v závislosti na konstrukci koleje

Rozdíl mezi emisními hladinami jednotlivých konstrukcí žel. svršku představuje tzv. korekce na typ svršku K_S . Např. při rychlosti 120 km/h činí korekce na pružné bezpodkladnicové upevnění v porovnání s tuhým podkladnicovým upevněním ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje

$$K_S = [10 \cdot \log(e^{0,012 \cdot 120}) - 10 \cdot \log(e^{0,024 \cdot 120})] \text{ dB} = -6,3 \text{ dB}$$

Při stanovení hladiny akustického tlaku vybranou výpočtovou metodikou se postupuje tak, že se z příslušné metodiky zjistí faktor rychlosti a z emisní charakteristiky dané konstrukce železničního svršku se pro výpočtovou rychlost stanoví korekce mezi metodikou zjištěnou a skutečnou hladinou akustického tlaku $K_{V \cdot YSL}$. Tato korekce v sobě zahrnuje jak tzv. korekci na rychlost K_V (vyplyvající z odlišného faktoru rychlosti vybrané metodiky), tak tzv. korekci na konstrukci železničního svršku K_S , tedy $K_{V \cdot YSL} = K_V + K_S$. Výsledná korekce $K_{V \cdot YSL}$ se pak přičte k hodnotě získané příslušnou výpočtovou metodikou. Názorné návody a příklady použití korekcí emisí hluku pro výpočtové metodiky českou, německou „Schall 03“ a nizozemskou „RMR 2006“ jsou uvedeny v metodice [3].

Naměřená data v rámci všech měřicích kampaní, provedených v rámci projektu v roce 2011–2013, byla implementována do modelovacích softwarů Hluk+ verze 10 (pro českou výpočtovou metodiku) a CadnaA verze 4.3 (pro německou výpočtovou metodiku Schall03 a nizozemskou výpočtovou metodiku RMR 2006 – SRM II). Princip ověření výpočtových modelů spočíval v porovnání naměřených a vypočtených ekvivalentních hladin akustického tlaku A ve shodných výpočtových bodech zájmového území při zajištění shodných podmínek měření a výpočtu. Pokud se porovnávané hodnoty liší maximálně o $\pm 2,0$ dB, což je běžně uváděná nejistota měření, lze považovat funkci modelu za správnou. V takovém případě lze předpokládat, že vypočtené hodnoty v modelu se od reálné situace nebudou lišit o více než $\pm 2,0$ dB.

Snahou bylo nastavit výpočtový model tak, aby v pokud možno co největším vzorku z naměřených dat došlo k minimálním rozdílům mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami $L_{Aeq,T}$. Rozdíl mezi hodnotou zjištěnou měření a vypočtenou modelem byla ve většině ověřovaných míst v rozmezí do $\pm 2,0$ dB. Tato hodnota zaručuje dostatečnou přesnost výpočtu. V rámci ověření výpočtového modelu pro železniční dopravu se použily výsledky měření z realizovaných měřicích kampaní.

Na základě sestavených 3D výpočtových modelů byly odvozeny koeficienty na typ dráhy pro všechny posuzované typy žel. svršku. V rámci porovnání výsledků matematického modelování s výsledky regresní analýzy byly z hodnocení vyloučeny průjezdy vlaků s nižší rychlostí než 60 km/h. V tab. 3 je uvedeno porovnání korekčních koeficientů na typ dráhy získaných matematickým modelováním a získaných na základě vzniklé Metodiky stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky [3].

Výsledky v tabulce představují průměrné hodnoty korekcí ze všech průjezdů vlaků při různých typech konstrukcí žel. svršku; pro různé výpočtové metodiky se liší podoba a užití korekcí, a proto jsou rozdílné i hodnoty korekcí získaných metodikou [3] pro stejné případy změny konstrukce žel. svršku. Z tabulky je zřejmé, že korekce získané matematickým modelováním se téměř shodují s korekcemi určenými podle metodiky [3] – průměrný rozdíl ve výsledcích nepřesahuje $\pm 0,4$ dB, což je výrazně pod hladinou nejistoty měření a přesnosti nastavení

výpočtových modelů $\pm 2,0$ dB. Lze tedy konstatovat, že výsledky získané matematickým modelováním potvrzují velmi dobrou shodu s výsledky zpracované metodiky [3].

Tab. 3: Porovnání hodnot korekcí v decibelech dle metodiky [3] a matematickým modelováním za použití softwarů

před/po modernizací	Metodika	Schall03	Rozdíl	Metodika	SRM II	Rozdíl	Metodika	Hluk+	Rozdíl
tuhé/pružné podkladnicové	-5,4	-5,7	0,3	-2,9	-3,2	0,3	-3,3	-2,9	-0,4
tuhé/pružné bezpodkladnicové	-3,0	-3,1	0,1	-4,5	-4,3	-0,2	-4,5	-4,3	-0,2

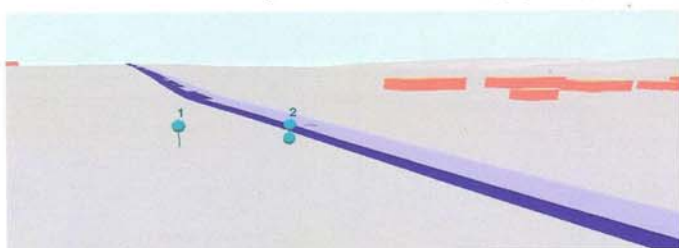
Příklad sestavených 3D výpočtových modelů dokumentují pro lokalitu Luková (viz obr. 2; traťový úsek Česká Třebová – Olomouc) obrázky 3 a 4.



Obr. 2: Fotografie lokality měření Luková (zdroj: autoři)



Obr. 3: Model lokality Luková v SW CadnaA (zdroj: autoři)



Obr. 4: Model lokality Luková v SW Hluk+ (zdroj: autoři)

Závěr

Mezi nejvíce veřejností kritizované negativní vlivy železniční dopravy na životní prostředí patří bezpochyby její emise hluku a vibrací. Již prostou obnovou vozidlového parku (zejména nasazením vozidel s kotoučovými brzdami) a rekonstrukcí železničního svršku (především použitím pružného upevnění a neojetých kolejnic a odstraněním kolejnicových styků) se docílí významného snížení těchto emisí, přesto jsou při investičních akcích na české železniční infrastruktuře často navrhována pasivní (sekundární) protihluková opatření. Stanovení jejich rozsahu se však provádí podle metodik, které zcela nereflktují stav současného vozového parku v ČR a zvláště moderní konstrukce železničního svršku při rekonstrukcích

používané. Dochází tak k nepřesnostem, v jejichž důsledku je výsledná hluková zátěž často významně nadhodnocena či podhodnocena oproti skutečnosti zjištěné při provozu vlaků vylepšeným traťovým úsekem.

Všechna zmíněná fakta byla podnětem k řešení výzkumného projektu, v rámci něhož vznikl tento článek a jehož stěžejním cílem bylo zjistit vliv v ČR používaných konstrukcí železničního svršku na emise hluku z projíždějících vozidel. Základem pro řešení výzkumu se stal soubor téměř tří desítek měřících kampaní, během nichž byly změřeny emise hluku při průjezdu 722 vlaků po různých typech konstrukcí železniční koleje.

Hlavním výstupem projektu jsou korekce k emisím hluku zjištěným podle zaběhnutých a existujících výpočtových metodik nejčastěji používaných v ČR pro rychlosti vlaků 60–160 km/h. Praktickým výstupem řešení projektu při výpočtu hlukové zátěže železničních staveb je certifikovaná metodika, doplněná internetovou aplikací. K ověření výsledků byly rovněž zhotoveny 3D výpočtové modely a na ně navazující ekonomické zhodnocení úspor při aplikaci stanovených korekcí. Charakteristiku projektu, jeho dílčí výstupy (články a příspěvky z konferencí) i hlavní závěrečné výstupy (metodiku a software) lze nalézt na jeho internetových stránkách: <http://vlakly-hluk.fd.cvut.cz>

Poděkování

Tento článek vznikl v rámci projektu č. TA01030087 „Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“, uděleného Technologickou agenturou České republiky.

Literatura

- [1] TÝFA, Lukáš et al. *Projekt výzkumu a vývoje programu ALFA Technologické agentury České republiky č. TA01030087 – Závěrečná zpráva projektu*. [Výzkumná zpráva]. Praha: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, 2014. 85 s., 3 přílohy.
- [2] TÝFA, L., D. VAŠICA a J. KRČÁL. *Korekce emisí hluku podle konstrukce železničního svršku v podmínkách ČR – KEHKEŠ-CR 1.0* [online software]. České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů. Praha, 2013. Dostupný z: <https://www.fd.cvut.cz/hluk/>
- [3] TÝFA, Lukáš, Libor LÁDYŠ et al. *Metodika stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky*. Vydalo České vysoké učení technické v Praze (zpracovala Fakulta dopravní) ve spolupráci s EKOLA group, spol. s r.o. Praha, 2013. ISBN 978-80-01-05373-7. Dostupné také z: <http://vlakly-hluk.fd.cvut.cz/index.php?file=vystupy&action=show>
- [4] TÝFA, Lukáš et al. Stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky. *Silnice železnice*. 2013, roč. 8, č. 5, s. 92–96. ISSN 1801-822X.
- [5] JACURA, Martin et al. Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků. *Vědeckotechnický sborník Českých drah*. 2013, roč. 2013, č. 36, 16 s. ISSN 1214-9047.

Adresa autora

doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D., Horská 3, Praha 2, 128 03, tyfa@fd.cvut.cz

