



Martin Jacura¹, Tomáš Javořík², Libor Ládyš³, David Vašica⁴

Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků

Klíčová slova: *železniční doprava, hluk, měření hluku*

Úvod

Hluk provází lidstvo od nepaměti a s trochou nadsázky můžeme konstatovat, že je tak trochu daní za pokrok. Zdroje hluku lze rozdělit do čtyř skupin, a to na hluk dopravní, hluk v pracovním prostředí, hluk související s bydlením a hluk související s trávením volného času. Hluková zátěž obyvatel je podle (5) způsobena přibližně ze 40 % z pracovního prostředí a z 60 % z prostředí mimopracovního. A právě hluk z dopravy se v mnoha lokalitách stává hlukem dominantním.

Na území České republiky dochází již několik let k modernizacím, optimalizacím a rekonstrukcím všech kategorií veřejných železničních tratí, a přestože prvořadým cílem těchto akcí je zvýšení traťové rychlosti, bezpečnosti a propustnosti a rozšíření elektrické trakce, mezi pozitivní vedlejší efekty náleží právě snížení hluku a vibrací od jedoucích vlaků. Přesto jsou na existujících tratích na mnoha místech překračovány hlukové limity a jsou budovány tolik diskutované protihlukové stěny.

Následující příspěvek představuje dílčí výsledky projektu „Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“, který je realizován na základě veřejné soutěže ve výzkumu, vývoji a inovacích vyhlášené v roce 2010 v rámci programu ALFA, jehož poskytovatelem je Technologická agentura České republiky (TAČR). Řešení projektu probíhá od roku 2011 za předpokládaného

¹ Ing. Martin Jacura, Ph.D, 1979, studium: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, obor Dopravní systémy a technika, současné působení: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů. Zaměření na drážní dopravní infrastrukturu, veřejnou hromadnou dopravu, železniční provoz.

² Ing. Tomáš Javořík, 1986, studium: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, obor Dopravní systémy a technika, současné působení: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů. Zaměření na dopravní obsluhu území, koncepci dopravy, projektování železničních staveb, veřejnou hromadnou dopravu a přeprava.

³ Ing. Libor Ládyš, studium: ČVUT v Praze Fakulta elektrotechnická, obor Radiotechnika, současné působení: EKOLA group, spol. s r.o., ředitel a jednatel společnosti. Zaměření na akustiku, problematiku měření hluku.

⁴ Ing. David Vašica, 1981, studium: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, obor Dopravní systémy a technika, současné působení: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů / TSK Praha, Oddělení modelování dopravy. Zaměření na hluk z dopravy / mikrosimulační modelování.



dokončení v letošním roce. Hlavním řešitelem je České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní, dalším účastníkem projektu pak EKOLA group, spol. s r.o.

Samotná měření probíhala v reálných podmínkách železničního provozu na území České republiky – na stávajícím vozovém parku, na různých konstrukčních typech železničního svršku a v jeho různém technickém stavu s ohledem na údržbu a namáhání běžným provozem. Data byla sbírána synchronně tak, aby došlo k zachycení hladiny akustického tlaku při průjezdu každého jednotlivého vlaku vždy na dvou různých typech železničního svršku – před modernizací a po modernizaci (údržbě), zpravidla šlo na jedné straně o tuhé upevnění, na druhé o upevnění pružné.

1. Zdroje hluku ze železniční dopravy

Mezi nejvýznamnější negativní vlivy ze železniční dopravy patří právě hluk a vibrace. Velikost těchto vlivů závisí zejména na způsobu vedení trasy, rychlosti, druhu trakce, konstrukci a technickém stavu železničního svršku, technickém stavu vozidel, na intenzitě provozu, na povětrnostních podmínkách a na okolním terénu – jeho povrchu a konfiguraci.

V rámci železniční dopravy lze rozlišit čtyři hlavní druhy generování akustické energie, a to:

- jízda vlaků po širé trati
- činnost rozhlasových zařízení pro informování veřejnosti a zaměstnanců
- provoz v železničních stanicích, zejména na seřadovacích stanicích s regulací rychlosti odvěsů kolejovými brzdami
- zvukové návěsti

Novým fenoménem je hluk z aktivního odstavení klimatizovaných elektrických nebo motorových jednotek. Protože však popisovaný projekt má za cíl hledat opatření ke snížení hluku z jedoucích vlaků, nebude tato problematika dále sledována.

V následujícím textu jsou uvedeny výsledky měření hluku indukovaného jízdou vlaků po širé trati. Mezi základní složky tohoto hluku patří valivý hluk, hnacího stroje a hluk aerodynamický. U elektrické trakce se ještě vyskytuje hluk sběrače (k emisím hluku dochází v prostoru dotyku smykadla pantografu a troleje). Zdrojem aerodynamického hluku je proudění vzduchu a jeho turbulence kolem vozů, jejich podvozků a okolo sběračů. Mezi jeho významné zdroje patří nekapotované podvozky, turbulence způsobené nedostatečně aerodynamickým tvarem vozidla a dále pak také sběrač, či přechody mezi vozy klasické stavby.

Hodnota aerodynamického hluku se zvyšuje s rychlostí jízdy (u vlaků vysokorychlostních převažuje tento typ hluku nad ostatními). Tento hluk lze částečně eliminovat použitím drážních vozidel s lépe navrženým tvarem, zakrytím podvozků a mezivozových přechodů (u vlakových jednotek). Udává se, že je tento hluk dominantní od rychlostí 250 až 300 km/h.



Dalším zdrojem hluku je hluk z pohonů hnacích vozidel. Tento hluk je složen z hluku hnacích motorů, z hluků převodů a chladících ventilátorů. Obecně lze konstatovat, že motorová trakce vyvolává větší hluk než trakce elektrická. U vozidel poháněných dieselvým motorem jsou emise hluku závislé především na okamžitých otáčkách motoru a mnohem méně pak na rychlosti průjezdu. Snížení hluku lze tedy dosáhnout použitím elektrické trakce nebo nových či modernějších vozidel, případně modernizací vozidel stávajících. Tento hluk je jen málo závislý na rychlosti, nicméně může být určující právě při rychlostech nižších, cca do 50 km/h, kdy je požadován plný výkon a valivý hluk je relativně nízký.

Podstatným hlukem, kterým se zabývá tento projekt, je hluk valivý. Tento typ hluku je vyvolán především stykem dotykové plochy kola s kolejnici, dále pak vzniká ve všech místech v podvozku, kde se vlivem otáčení dvojkolí vyskytuje tření. Lze konstatovat, že zatímco hluk hnacího stroje je stejně jako hluk aerodynamický pro daný typ vlaku konstantní, hluk valivý nezávisí jen na vozidle, ale také na stavu kolejnice a jízdní plochy kola.

Následující tabulka 1(1) ukazuje hlavní zdroje hluku z hlediska různých typů vlaků. Z tabulky je zřejmé, že právě hluk valivý je velmi významným zdrojem, jak u nákladní, tak také u osobní dopravy.

Tabulka 1: Hlavní zdroje hluku pro čtyři typy vlaků (1)

Typ vlaku	Hluk z valivého pohybu (stykem kol s kolejnici)	Hnací mechanismus a pomocná zařízení	Hluk vytvářený aerodynamickými vlivy
Nákladní vlaky	++	+	
Vysokorychlostní vlaky	++	+	++
Vlaky expresní	++	+	
Městské vlaky	++	+	

Kde: + podstatný vliv

++.....velmi podstatný vliv

Zdroj: (1)

2. Metodika měření hluku od jedoucích vlaků

V rámci projektu probíhalo měření hluku z železniční dopravy metodou průjezdu. Jako základ měření byla zvolena norma ČSN EN ISO 3095 „Železniční aplikace - Akustika – Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly“ ze září 2006.

Měření probíhala synchronně třemi mikrofony, vzdálenými od osy sledované koleje 7,5 m a 25 m. Výška mikrofonů nad temenem nepřevýšené kolejnice byla $1,2\pm 0,2$ m a $3,5\pm 0,2$ m ve vzdálenosti 7,5 m a ve výšce $3,5\pm 0,2$ m ve vzdálenosti 25 m od osy koleje.



*Obrázek 1: Ukázka z fotodokumentace měření
Zdroj: (autor)*



*Obrázek 2: Ukázka z fotodokumentace měření
Zdroj: (autor)*

Pro vyhodnocení provedených měření byla zvolena metoda porovnání hladin zvukové expozice L_{AE} při jednotlivých průjezdech vlaku. Jedná se o tzv. sekundovou hladinu SEL (sound exposure level), kdy je naměřený akustický tlak hodnocený v libovolně dlouhém časovém intervalu vztažen na normovanou dobu $T = 1$ s. To umožňuje porovnávat události s různou délkou trvání mezi sebou.

Postup jedné měřicí kampaně byl prováděn v následujících krocích:

- teoretické vytipování traťových úseků na základě mapových podkladů a GVD
- praktické vytipování traťových úseků a předběžný výběr lokalit dle dostupnosti a technického stavu železničního svršku
- praktický výběr konkrétních lokalit pro měření v terénu
- naplánování termínu měření
- vlastní měření
- sběr a sumarizace dat ze zvukoměrů, obrazových záznamů a poznámek měřičů
- příprava dat k vyhodnocení jejich vložení do databáze
- vyhodnocení měření

Pro každý průjezd vlakové soupravy byly zaznamenány tři skupiny údajů. První skupina představuje údaje obecně platné pro každou z lokalit, patří sem vlastní identifikace měření (datum, poloha lokality, označení měřicí kampaně), dále údaje týkající se parametrů trati (traťový úsek, konstrukce koleje, po níž projíždějí vlaky, jejichž emise hluku jsou měřeny, tj. sestava železničního svršku – tvar kolejnic, druh upevnění



a pražců) a jeho stav (opotřebení – vlnovitost hlavy kolejnice, uvolněná upevňovací, zanesené kolejové lože), případné konstrukční prvky eliminující vznik nebo šíření hluku od vlaků (tlumicí bokovnice a jiné absorbéry), počet traťových kolejí (na vícekolejných tratích poloha hlukoměrů vůči trati) a směrové a sklonové poměry trati.

Do první skupiny zjišťovaných dat pak ještě náleží vlastní popis místa měření (popis vegetace, zástavby a dalších objektů v místě měření a její blízkosti umístění a druhy měřících zařízení, umístění všech mikrofonů, tj. vzdálenost od trati, resp. osy koleje, výška nad terénem a nad tratí, resp. nad temenem nepřevýšené kolejnice), typy a výrobní čísla použitých přístrojů, metoda měření rychlostí (typ radaru) a nezbytná je též fotodokumentace lokality měření nebo videodokumentace).

Druhou skupinu zjišťovaných dat tvoří údaje evidované při každém průjezdu. Sem patří údaje zaznamenávané manuálně (čas průjezdu vlaku, směr jízdy vlaku, evidenční číslo hnacího vozidla, příp. řídicího vozu (podle něj jsou emise hluku v různých lokalitách přiřazovány jednomu vlaku), jaké trakce (elektrická/motorová) je hnací vozidlo (vozidla) vlaku a jejich počet (pokud je vyšší než jedno), druh vlaku (osobní/nákladní/lokomotivní/speciální vozidla – traťové mechanismy a stroje), složení soupravy (u vlaků osobní dopravy: lokomotiva a vozy/jednotka nebo motorový vůz a přívěsné vozy; u vlaků nákladní dopravy: ucelená souprava nákladních vozů – stejný typ/kombinace nákladních vozů, vozy ložené/prázdné/mix, příp. typy vozů (skříňové, plošinové, kotlové a pod.) a počet vozidel ve vlaku).

Dále do druhé skupiny patří data zjišťovaná prostřednictvím měřících přístrojů (vlastní měření rychlosti vlaků - měření radarem/úsekovou metodou pomocí kalibrovaných stopek, časový interval (doba trvání) průjezdu vlaku T_p – časový úsek, ohraničený okamžiky protnutí místa měření předním a zadním obrysem vlakové soupravy, časový interval měření T (doba měření L_{AE}) – měření začíná a končí v okamžiku, kdy ekvivalentní hladina A je o 10 dB nižší než hladina, při níž je čelo vlaku před mikrofonem, naměřené hladiny $L_{Aeq,T}$ a L_{AE} , spektra hladin akustického tlaku při průjezdu vlaku zaznamenávané mobilní stanicí, teplota vzduchu, atmosférický tlak, relativní vlhkost vzduchu, fotodokumentace průjezdu vlaku).

Třetí skupinou dat jsou pak údaje doplňované dodatečně ke každému průjezdu vlaku (číslo vlaku, upřesnění složení soupravy a provozní dopravní parametry vlaku – hmotnost, délka, počet náprav), tato data byla získávána z volně dostupných internetových zdrojů a ve spolupráci s ČD Cargo.

3. Zpracování naměřených hodnot

Výsledkem každého měření jsou uspořádaná data, obsahující parametry zaznamenané přímo v terénu i doplněné během kompletace. Data obsahují jak vysvětlující proměnné, tak vysvětlovanou proměnnou. Jedním z cílů je závislou (vysvětlovanou) proměnnou popsat matematickou křivkou v závislosti na nezávislých (vysvětlujících) proměnných. K tomu slouží matematický model - pro daný účel lze využít některý typ statistického



regresního modelu, kde na základě vstupních hodnot a znalosti jejich chování získáme výstupní hodnotu ve formě matematické funkce, popisující zkoumanou veličinu.

Vysvětlující (vstupní) proměnné:

- sestava kolejového svršku
- technický stav svršku
- druh trakce (elektrická x motorová)
- podíl ložených vozů u nákladních vlaků
- počet činných hnacích vozidel (HV) v soupravě
- celkový počet náprav
- podíl vozů/náprav s kotoučovými brzdami u osobních vlaků
- hmotnost vlaku [t]
- délka vlaku [m]
- rychlost vlaku [km/h]
- protihluková opatření – tlumicí bokovnice, protihluková stěna (PHS)

Vysvětlovaná (výstupní proměnná):

- hladina expozice zvuku L_{AE} [dB]

Vstupních proměnných je velké množství, některé jsou si svým charakterem podobné. Pro výsledný výpočet regresním modelem je vhodné, aby vstupních parametrů bylo co nejméně, ale aby zároveň byla zachována informační hodnota datového souboru. Pro výběr nejdůležitějších parametrů či snížení dimenze datového souboru lze využít statistické metody, např. stupňovitou lineární regresi (Stepwise) či analýzu hlavních komponent (PCA). Vybrané či nově vzniklé proměnné pak poslouží jako vstup do regresního modelu, v němž se předpokládá využití regrese nelineární s logaritmickou či polynomickou funkcí.

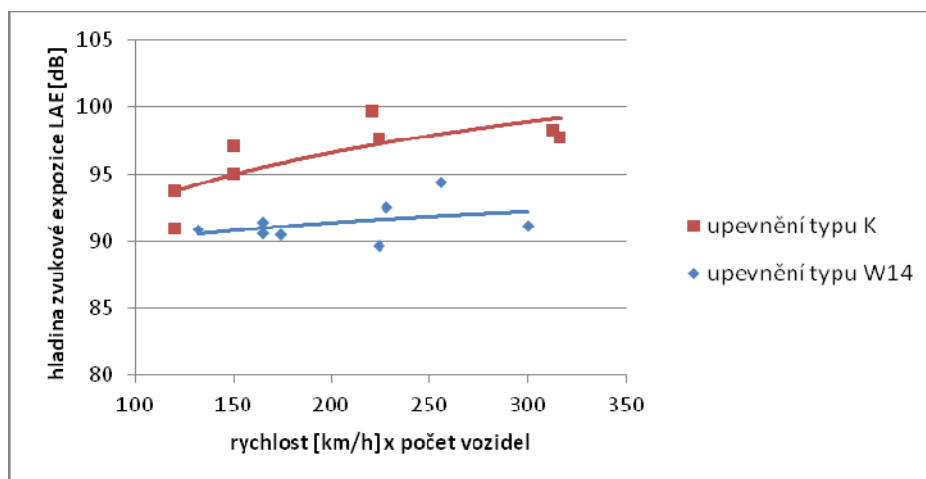
Autorům jsou známy i další důležité vstupy, která však nebyly při měření zohledněny. Jde například o využívání nekovových brzdových špalíků na nákladních vozech – tento parametr, především ve střednědobém časovém výhledu, bude jistě nabývat na významnosti. Při měřeních nebyl zapracován z důvodu velmi složitosti zjišťování podílu těchto vozů v soupravě. Měření zásadně probíhala na širé trati, kde tento údaj přesně zaznamenat není možné, a zpracovatelé neměli přístup k vlakové dokumentaci, z níž (zpráva o brzdění) by tento údaj mohli vyčíst. Dalším parametrem, jenž má bezprostřední vliv na šíření a velikost emisí hluku, je drsnost temene kolejnice. I tento údaj byl úmyslně zanedbán, a to ze dvou důvodů; jednak se tím zabývá paralelně řešený projekt NOVIBRAIL (VUZ + VUKV + DFJP Upa) a autoři nepovažovali za vhodné zasahovat do oblasti, kterou velmi důkladně a podrobně zpracovává jiný projekt, jednak není drsnost temene kolejnice relevantním údajem pro výstup popisovaného projektu Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“. Jelikož smyslem projektu, který popisuje tento článek, je nalézt optimální korekce pro údaje z výpočtových metodik pro rekonstrukce železničních tratí, to jest pro porovnání stávajícího stavu trati s tratí modernizovanou se zcela novým

železničním svrškem, pozbývá (jinak významné hledisko) významu, jelikož u modernizované trati se logicky počítá se svrškem v normovém stavu.

4. Výsledky měření a jejich zhodnocení

V následujících grafech jsou zobrazeny výsledky některých provedených měření. Porovnávána je závislost hladiny zvukové expozice v dB(A) při jednotlivých průjezdech na rychlosti a délce vlaku určené počtem vozidel (pro ilustraci a přehlednost je zvolen součin rychlosti a počtu vozidel). Body v grafech odpovídají jednotlivým průjezdům vlaků, proloženy jsou logaritmickou spojnicí trendu. Všechna prezentovaná data pochází ze zvukoměrů umístěných ve vzdálenosti 7,5 m od osy měřené koleje a ve výšce 1,2 m nad temenem nepřevýšené kolejnice.

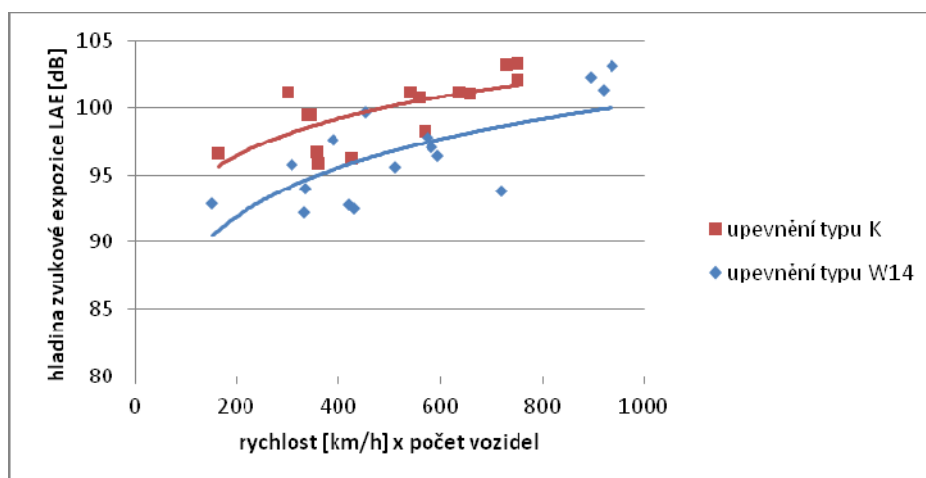
Porovnávací měření č. 1 – upevnění tuhé vzoru K vs. pružné bezpodkladnicové W14, motorová trakce.



Obrázek 3: Graf s daty porovnávacích měření č. 1
Zdroj: (autor)

Trať s pružným upevněním kolejnic vykazuje dle předpokladů nižší hlukové emise. Rychlost projíždějících vlaků se však pohybovala okolo 60 km/h, kde hluk z valení není tolik dominantní a význam může mít i hluk trakce.

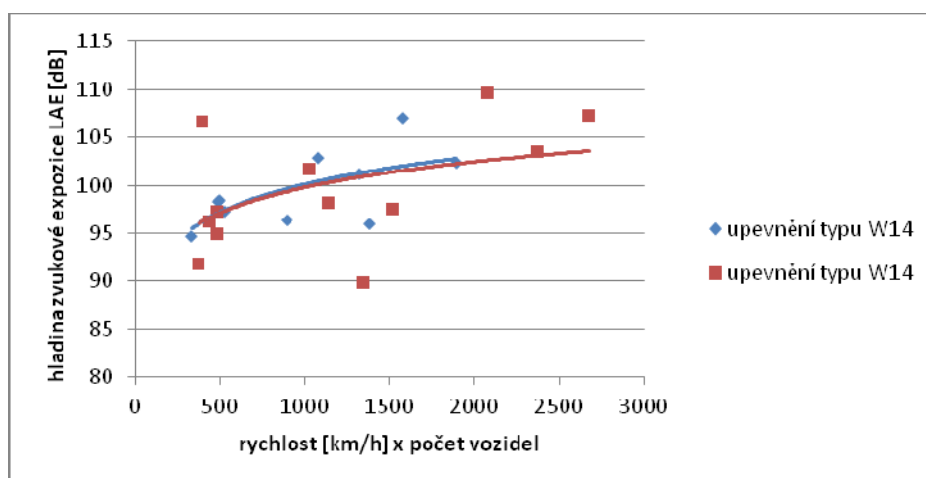
Porovnávací měření č. 2 – upevnění tuhé vzoru K vs. pružné bezpodkladnicové W14, elektrická trakce.



Obrázek 4: Graf s daty porovnávacích měření č. 2
Zdroj: (autor)

Měření potvrdilo významné rozdíly v hlukových emisích vybraných stanovišť – mezi tuhým a pružným upevněním.

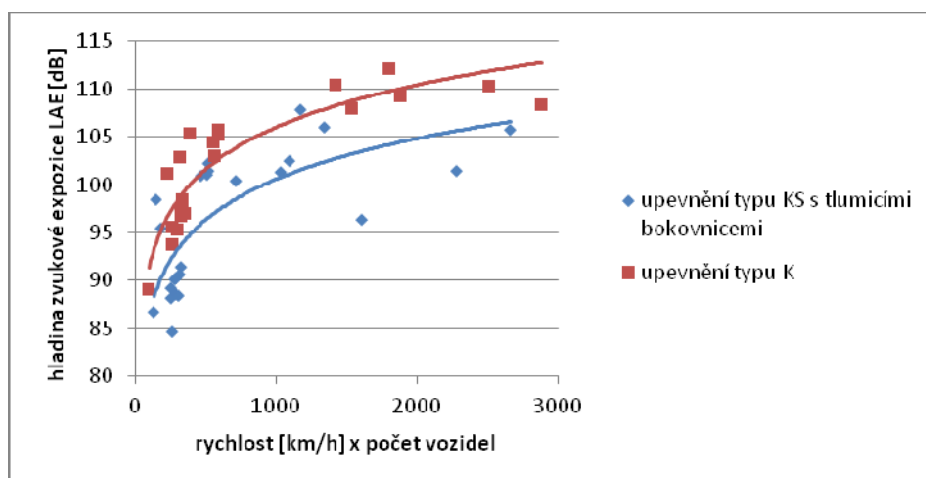
Porovnávací měření č. 3 – upevnění pružné bezpodkladnicové W14 nezávislá trakce vs. pružné W14, elektrická trakce.



Obrázek 5: Graf s daty porovnávacích měření č. 3
Zdroj: (autor)

Měření bylo realizováno z důvodu ověření skutečnosti, že na dvou stanovištích se stejným typem svršku lze naměřit stejné hodnoty, což se také potvrdilo.

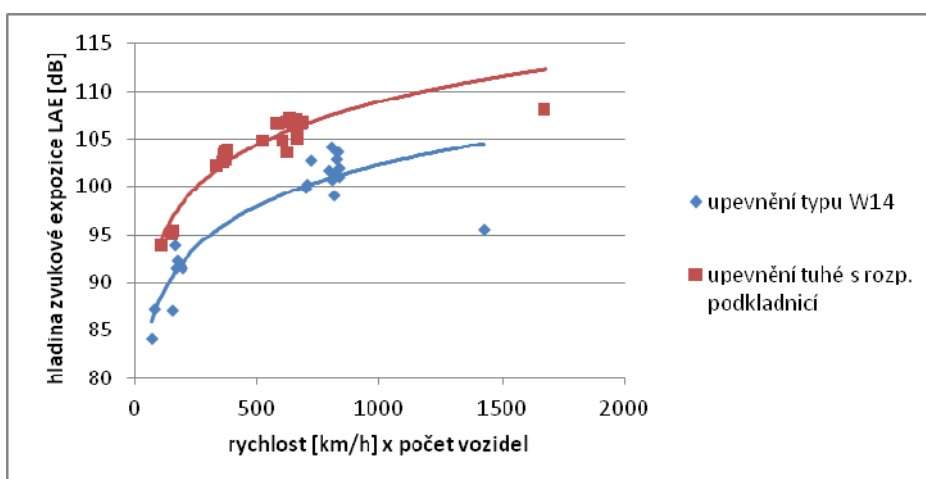
Porovnávací měření č. 4 – upevnění tuhé vzoru K vs. pružné podkladnicové KS s tlumícími bokovnicemi, elektrická trakce.



Obrázek 6: Graf s daty porovnávacích měření č. 4
Zdroj: (autor)

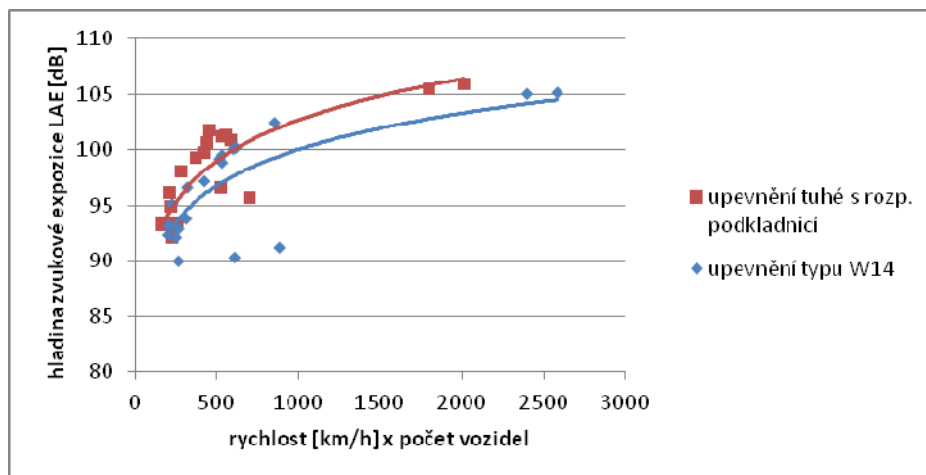
Trať opatřená tlumicími bokovnicemi kolejnicových pasů upevnění typu KS vykazuje významně nižší hlukové emise než trať s běžným svrškem upevnění typu K. U vlaků, které projížděly oběma stanovišti přibližně stejnou rychlostí, jsou rozdíly v hlukových emisích vyšší, a to i v různých rychlostních pásmech.

Porovnávací měření č. 5 a 6 – upevnění tuhé s rozponovou podkladnicí vs. pružné bezpodkladnicové W14, elektrická trakce.



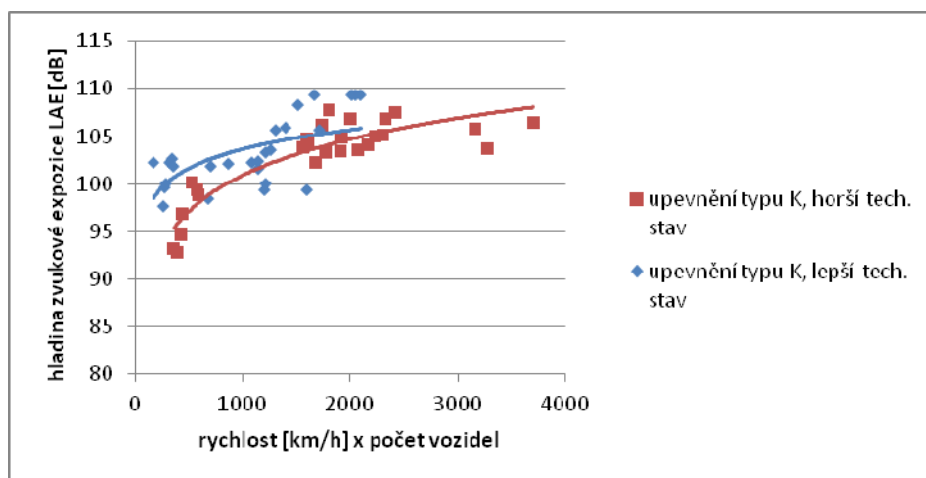
Obrázek 7: Graf s daty porovnávacích měření č. 5
Zdroj: (autor)

Nový svršek s pružným upevněním kolejnic vykazuje snížení hlukových emisí v porovnání se starším svrškem vybaveným tuhým upevněním, a to i v případě vyšší rychlosti průjezdu vlaku.

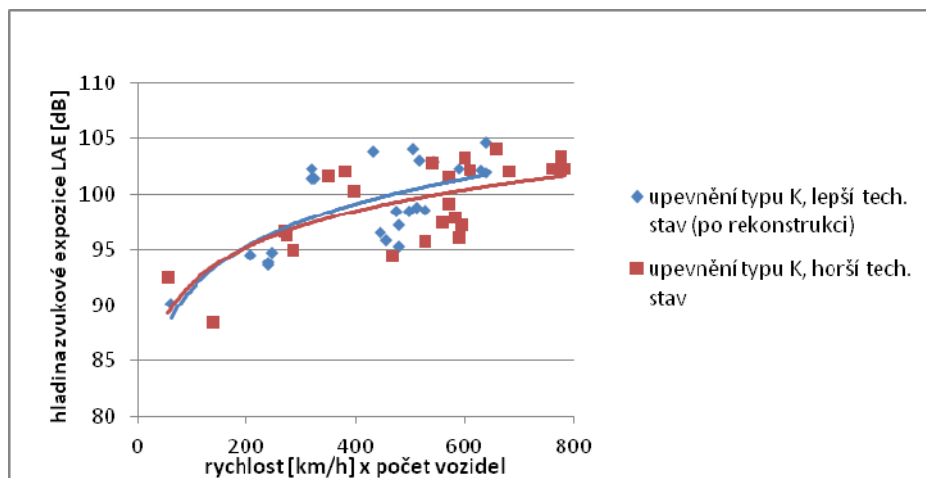


Obrázek 8: Graf s daty porovnávacích měření č. 6
Zdroj: (autor)

Porovnávací měření č. 7 a 8 – upevnění tuhé vzoru K vs. tuhé K, rozdílný technický stav svršku, elektrická trakce.



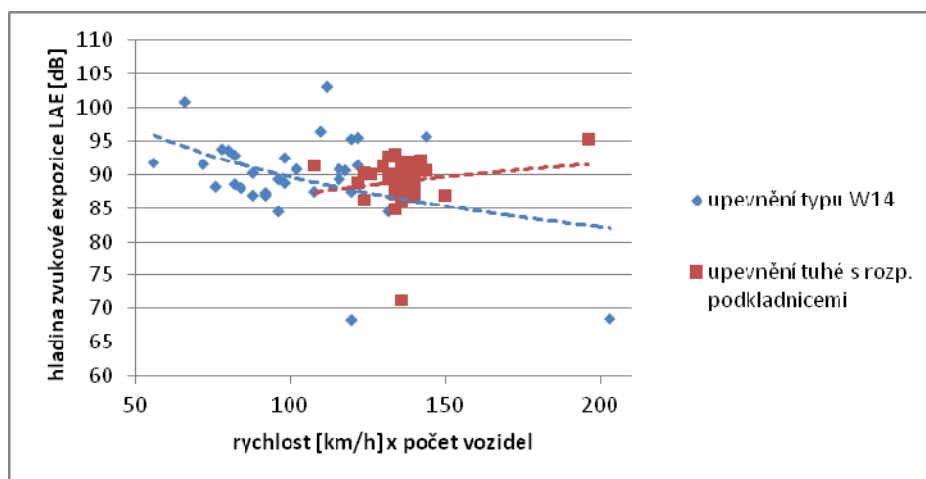
Obrázek 9: Graf s daty porovnávacího měření č. 7
Zdroj: (autor)



Obrázek 10: Graf s daty porovnávacích měření č. 8
Zdroj: (autor)

Měření nepotvrdila významné rozdíly hlukových emisí u svršků stejného typu, ale s různým technickým stavem. U prvního grafu lepší technický stav vykazuje vyšší hlučnost díky významně vyšší rychlosti průjezdu souprav, takže při shodné rychlosti má v porovnání s horším svrškem přibližně stejný vliv. Navíc definování technického stavu železničního svršku bylo prováděno pouze kvalitativně posouzením na místě měření.

Porovnávací měření č. 9 – upevnění tuhé s rozponovou podkladnicí vs. pružné bezpodkladnicové W14, motorová trakce.



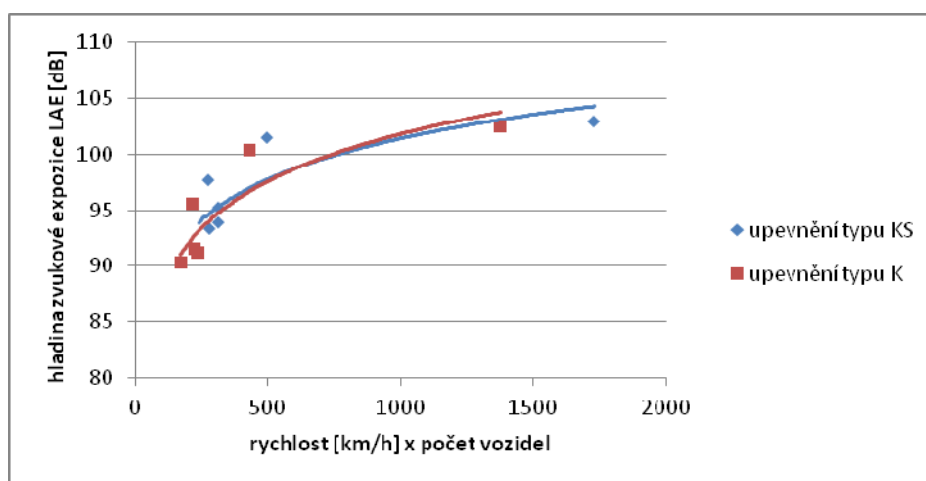
Obr. 11. Graf s daty porovnávacích měření č. 9
Zdroj: (autor)

Tento soubor měření nepotvrdil významné rozdíly hlukových emisí mezi jednotlivými typy upevnění kolejnic. Problémem je zde nízká rychlost vlaků, která se u tuhé upevnění pohybuje těsně nad hranicí a u pružného pod hranicí, kdy je složka valivého hluku dominantní. U měření na pružném upevnění tedy dominuje hluk z trakce. Velkou

roli zde tedy pravděpodobně hraje režim chodu pohonné jednotky hnacího vozidla (jedná se o soupravy složené z motorového vozu a jednoho či dvou vozů přívěsných).

Navíc naměřené hodnoty obsahují víceméně kompaktní shluky bodů, ze kterých se obtížně vyvozuje nějaký trend, protože jakákoliv vybočující hodnota je rozhodující pro výslednou směrnici. Proto jsou spojnice trendů vyznačeny čárkovaně.

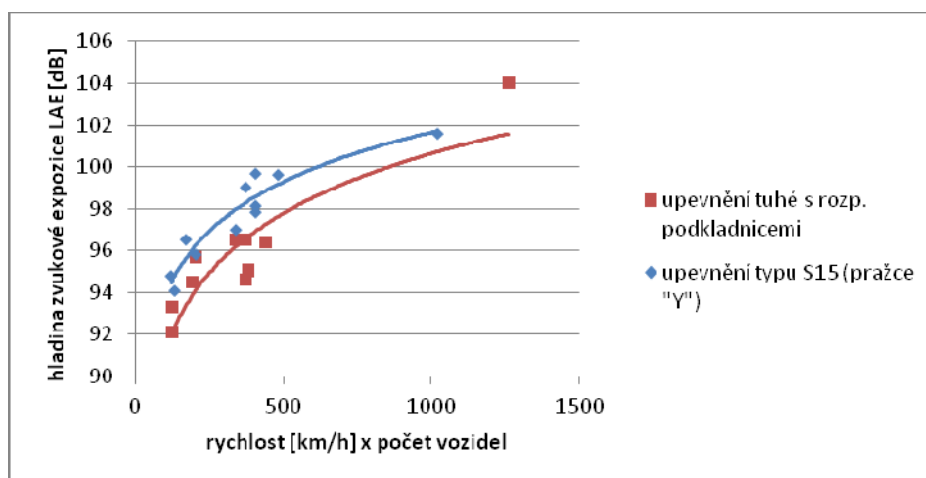
Porovnávací měření č. 10 – upevnění tuhé vzoru K vs. pružné podkladnicové KS, elektrická trakce.



Obrázek 12: Graf s daty porovnávacích měření č. 10
Zdroj: (autor)

Na první pohled není potvrzen zásadní rozdíl mezi hlukovými emisemi různými konstrukcemi. Pokud ovšem vezmeme v úvahu významně vyšší rychlost souprav na pružném upevnění, vyjde při případném přepočtu na stejnou rychlost pružné upevnění lépe.

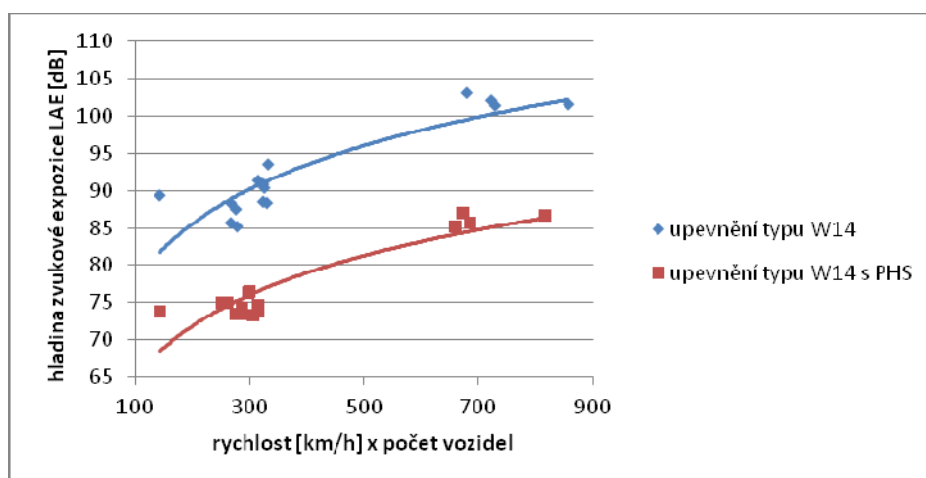
Porovnávací měření č. 11 – upevnění tuhé s rozponovou podkladnicí vs. pružné bezpodkladnicové vzoru S15 + ocelové pražce „Y“, elektrická trakce.



Obrázek 13: Graf s daty porovnávacích měření č. 11
Zdroj: (autor)

Při totožné průměrné rychlosti projíždějících souprav vychází pružné upevnění s ocelovými pražci typu „Y“ v porovnání s upevněním tuhým lépe.

Porovnávací měření č. 12 – upevnění pružné vzoru W14 vs. pružné W14 s protihlukovou stěnou, elektrická trakce.

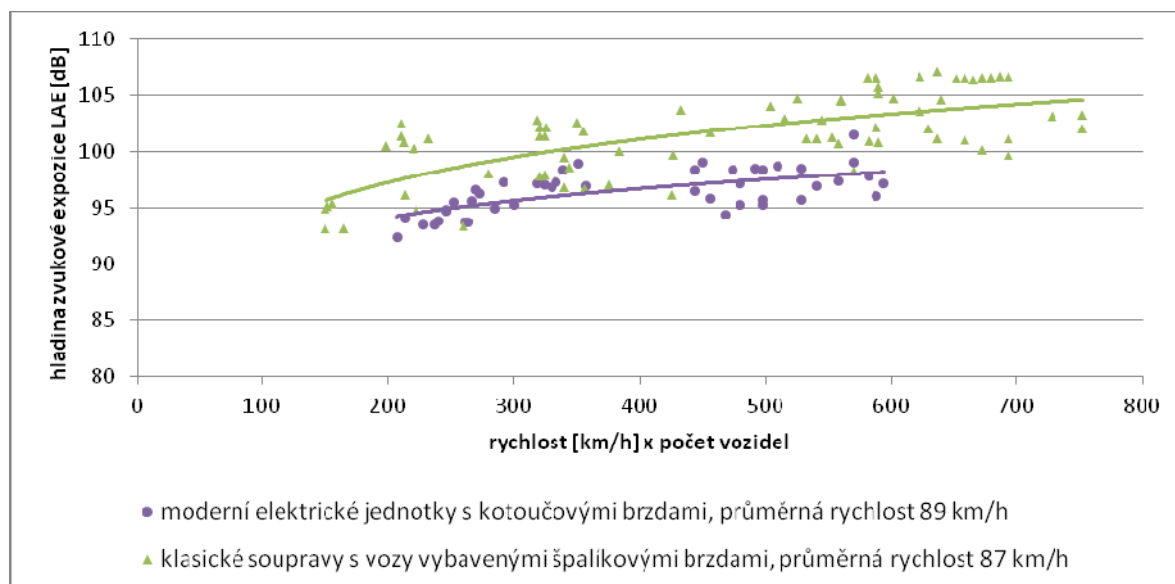


Obrázek14: Graf s daty porovnávacích měření č. 12
Zdroj: (autor)

Při přibližně shodné průměrné rychlosti vlaků a stejném upevnění kolejnic na obou měřicích stanovištích činí útlum způsobený protihlukovou stěnou cca 15 dB.

Měření dále prokázala obecný předpoklad, že na hlukové emise nemá vliv pouze technický stav vozidel, ale i jejich konstrukce – konkrétně typ brzd. Soupravy složené z moderních vozidel a elektrické jednotky řady 471 vybavené kotoučovými brzdami vykazují nižší hladiny akustického tlaku při průjezdu v porovnání se soupravami

složenými z vozů, jež jsou vybaveny brzdami špalíkovými. Následující graf ukazuje data sebraná ze stanovišť tuhého upevnění vzoru K, ale z rozdílnými soupravami. Vlaky kompletně opatřené kotoučovými brzdami jsou zde reprezentovány jednotkami řady 471.



Obrázek 15: Graf hodnot pro rozdílné soupravy a tuhého upevnění vzoru K
Zdroj: (autor)

5. Závěr

Předběžně lze vyslovit následující závěry, vyplývající z jednoduchého vyhodnocení naměřených hodnot:

- nejméně hlučný je svršek s pružným bezpodkladnicovým upevněním kolejnic,
- středně hlučný je svršek s pružným podkladnicovým upevněním kolejnic, s tlumicími bokovnicemi i bez,
- nejvíce hlukových emisí pak vykazuje tuhé podkladnicové upevnění,
- vliv druhu brzd u jednotlivých vozidel byl prokázán, vozidla s kotoučovými brzdami vykazují nižší hlukové emise,
- významný vliv technického stavu svršku nebyl z dosud provedených měření potvrzen.

Podrobnější statistické analýzy v současnosti probíhají a budou zveřejněny v závěru řešení projektu.

Seznam literatury

- [1] HÜBNER, Peter; JÄCKER-CÜPPERS, Michael. Priority a strategie pro snížení hluku z železniční dopravy v Evropě: Návrh ze zprávy shrnující postoj pracovní skupiny EU pro hluk z železniční dopravy. *Odís - Edice : Doprava a životní prostředí* [online]. 2004, 1, [cit. 2013-05-18]. Dostupný z WWW: <http://edice.cd.cz/edice/Zivpro/DZP5_04.pdf>.
- [2] Neubergová, K., Týfa, L., Vašica, D., Ládyš, L. Vliv různých konstrukcí železničního svršku na hluk ze železniční dopravy. In: *Nové železniční trendy*. 2013, roč. 21, č. 1, s. 4-8. ISSN 1210-3942.
- [3] *Rail transport and environment: Facts and figures* [online]. Paris: UIC, CER, 2008 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://www.uic.org/IMG/pdf/railways_environment_facts_figures_nov2009.pdf>.
- [4] Týfa, L., Příbyl, P., Javořík, T., Vašica, D., Neubergová, K., et al. Projekt výzkumu a vývoje programu ALFA Technologické agentury České republiky č. TA01030087 – Průběžná zpráva za rok 2012, [Výzkumná zpráva]. Konviktská 20, Praha 1: ČVUT Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů, 2013. TAČR-HLUVLA-PZPR2012. 53 s.
- [5] *World Health Organization* [online]. 2011 [cit. 2013-05-15]. Environment and Health - Noise. Facts and Figures. Dostupné z WWW: <<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise/facts-and-figures>>.

Příspěvek vznikl s podporou projektu TAČR TA01030087 – „Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“.

Praha, září 2013

Lektorovali: prof. Ing. Ervin Lumnitzer, Ph.D., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta
RNDr. Miloš Liberko, nezávislý odborník
Mgr. Bohumír Trávníček, SŽDC, s. o.