

Kristýna Neubergová¹, Dagmar Kočárková²

Snížení hluku z železniční dopravy jako jedna z cest k udržitelné dopravě

Klíčová slova: *železniční doprava, hluk, udržitelná doprava*

Úvod

Doprava nemalou měrou ovlivňuje naše životní prostředí, podílí se jak na velké spotřebě energií, tak také na následné produkci emisí škodlivin, ať už se jedná o emise škodlivých látek vypouštěných do ovzduší nebo stále rostoucí hlukovou zátěž. Odpovědí na negativní dopady dopravy je snaha o posun od dopravy environmentálně nešetrné k dopravě udržitelné.

Následující text je zaměřen na dopravu železniční a její roli v rámci udržitelného rozvoje. Cílem příspěvku je stručné uvedení do problematiky hluku z železniční dopravy a nastínění možností jeho eliminace. Hluk patří k významným negativním vlivům dopravy na životní prostředí, a přestože doprava silniční, ale i letecká, produkuje hlukových emisí více než doprava železniční, ovlivňuje hluk z železniční dopravy okolní prostředí a především pak obyvatele žijící v blízkosti tratí velmi významně.

Snížení emisí hluku do prostředí je tak prioritou dopravní politiky jak jednotlivých zemí, tak také Evropské unie. O závažnosti tohoto problému svědčí také celá řada přijímaných legislativních opatření, o kterých je pojednáno dále, stejně jako množství výzkumných projektů, která jsou dané tématice věnovány.

1 Udržitelná doprava

Udržitelná doprava je obecně chápána jako taková doprava, která zajistí dostatečnou mobilitu a zároveň minimalizuje dopady na životní prostředí. V letech 1994–2001 proběhl pod záštitou OECD projekt „Environmentálně udržitelná doprava“ (Environmentally Sustainable Transport, EST) (1), jehož cílem bylo vymezit dopravu v rámci tezí udržitelného rozvoje. Z projektu také mimo jiné vyplynula definice udržitelné dopravy, kdy za udržitelný je považován takový dopravní systém, který poskytuje bezpečný, ekonomicky realizovatelný a sociálně akceptovatelný přístup k lidem, místům, zboží a službám a zároveň splňuje obecně akceptovatelné hygienické a environmentální limity (např. týkající se znečištění ovzduší a hluku), ochraňuje ekosystémy tím, že se vyhýbá překračování kritických zátěží a kritérií

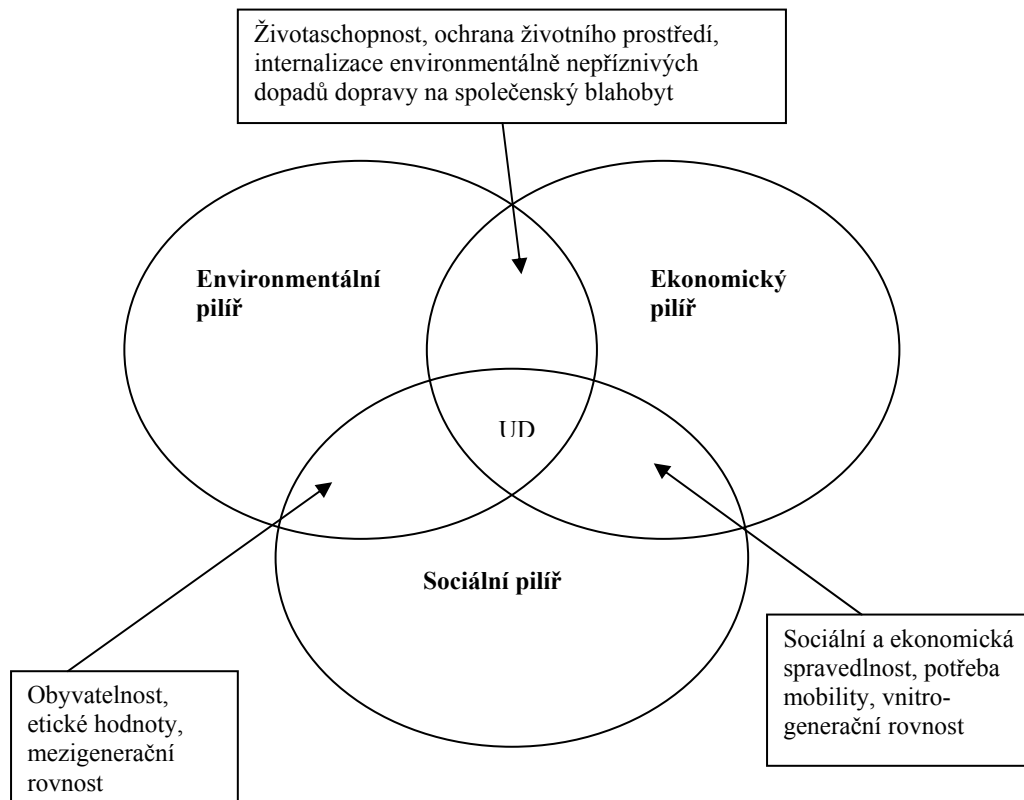
¹ Doc. Ing. Bc. Kristýna Neubergová, Ph.D, 1970, studium: ČVUT v Praze Fakulta stavební, Aplikovaná a krajinná ekologie, současné působení: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů. Zaměření na vztah dopravy a životního prostředí.

² Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D, 1966, studium: ČVUT v Praze Fakulta stavební, Konstrukce a dopravní stavby, současné působení: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů. Zaměření na dopravní inženýrství, bezpečnost dopravy a územní plánování.

pro celistvost ekosystémů (např. týkajících se acidifikace, eutrofizace či přízemního ozónu), nezhoršuje nepříznivé globální fenomény, jako jsou globální změna klimatu, poškozování stratosférického ozónu (tzv. ozonová díra) a šíření perzistentních organických látek (1).

V roce 1987 vydala Organizace spojených národů zprávu komise pro životní prostředí a rozvoj, ve které je trvale udržitelný rozvoj definován jako takový rozvoj, který zajistí naplnění potřeb současné společnosti, aniž by ohrozil možnost splnění potřeb generací příštích.

V rámci trvale udržitelného rozvoje byly vymezeny tři pilíře – pilíř ekonomický, sociální a environmentální. Postavení udržitelné dopravy v rámci těchto pilířů je znázorněno na následujícím obrázku číslo 1 (2). Na světovém summitu OSN, který se konal v září 2005 v newyorském sídle OSN, byl kladen důraz na důležitost propojení a vzájemné působení všech tří pilířů.



Obrázek 1: Doprava v rámci pilířů udržitelného rozvoje (UD – udržitelná doprava)
Zdroj: (2)

1.1 Železniční doprava v rámci udržitelného rozvoje

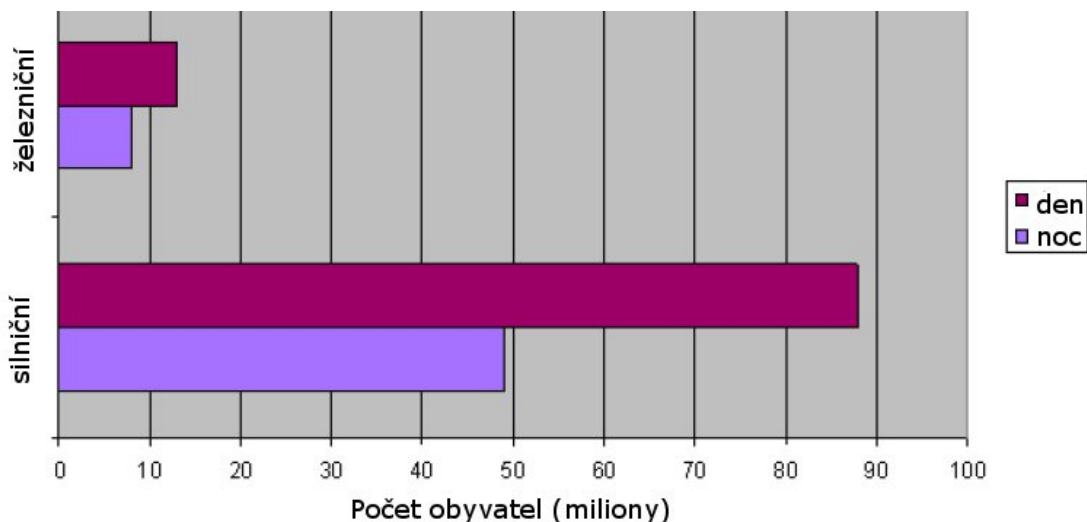
V květnu 2011 vydala Mezinárodní železniční unie (UIC) deklaraci o udržitelné mobilitě a dopravě, se zaměřením na sektor železniční dopravy. Deklaraci přijalo 44 členů UIC, kteří reprezentovali více než 60 % celosvětové osobní přepravy na železnici a stále se připojují další členové této organizace. V rámci deklarace vydala Mezinárodní železniční unie také brožuru s názvem Železniční doprava a udržitelný rozvoj (3), shrnující interakci železniční dopravy a jednotlivých pilířů. UIC se zde vymezuje ve vztahu k zákazníkům, uživatelům železniční dopravy (zajištění atraktivní

nabídky), ve vztahu k členům unie (podpora podnikání odpovědným vedením) a také ve vztahu ke společnosti (podpora udržitelného dopravního systému pro společnost).

Železniční doprava je považována za dopravu environmentálně šetrnou, proto také její revitalizace a podpora patří k prioritám evropské dopravní politiky. Spolu s jejím rozvojem však vyvstává problém s hlukovými emisemi.

Na základě směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2002/49/ES bylo v roce 2007 provedeno hlukové mapování, jehož cílem bylo zjistit současný stav v oblasti zatížení obyvatel dopravním hlukem. Z mapování vyplynulo, že 40 % evropské populace je vystaveno takové míře hluku, která může způsobit škody na zdraví a 100 milionů obyvatel je zasaženo nadlimitním hlukem přesahujícím 65 dB. Přičemž podle Světové zdravotnické organizace (WHO) již hluk nad 55 dB je do velké míry obtěžující a může způsobit celou řadu onemocnění (4).

Na obrázku 2 (5) je znázorněn počet obyvatel Evropské unie zasažených hlukem z dopravy. Z grafu je patrná převaha silniční dopravy, kdy je přes den hlukem přesahujícím 55 dB dotčeno téměř 90 milionů obyvatel EU a hodnotami přes 50 dB v noci je to pak téměř 50 milionů. Železniční doprava z tohoto srovnání vychází sice lépe, ale přes 10 milionů obyvatel, kteří jsou přes den vystaveni hluku nad 55 dB, tedy hodnotám, které již mohou ovlivňovat lidské zdraví, rozhodně není zanedbatelných.



Obrázek 2: Obyvatelé EU zasažení hlukem z dopravy (den nad 55 dB, noc nad 50 dB)

Zdroj: (5)

Zajímavé výsledky vyplynuly z ankety, která v roce 2007 proběhla v Německu. Z této ankety vyplynulo, že 20 % obyvatel se cítí být obtěžováno hlukem z železniční dopravy a 60 % hlukem z dopravy silniční (6).

Za jeden ze stěžejních legislativních činů Evropské unie majících za cíl snížení hluku ze železniční dopravy lze také považovat přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/57/ES o interoperabilitě železničního systému. Významné je také rozhodnutí Komise č. 2011/229/EU o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Kolejová vozidla - hluk“ transevropského konvenčního železničního systému, kde jsou uvedeny základní požadavky vztahující

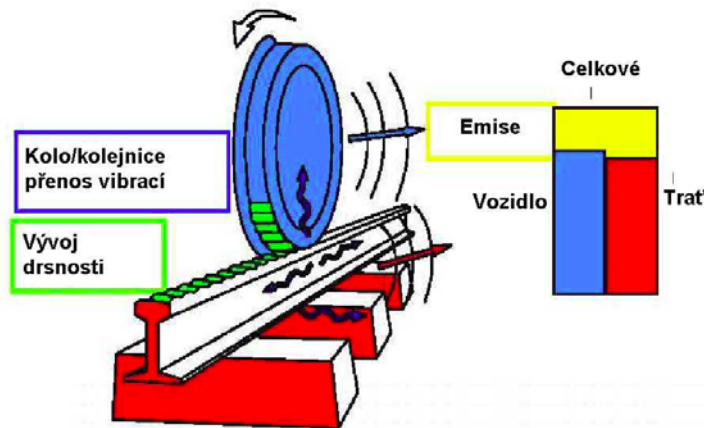
se k bezpečnosti, spolehlivosti a dostupnosti, zdraví, ochraně životního prostředí a technické slučitelnosti. Dané TSI platí již od roku 2006.

2 Zdroje hluku ze železniční dopravy

Mezi zdroje hluku z železniční dopravy řadíme aerodynamický hluk, hluk pohonu hnacích vozidel a hluk valivý. Dále pak vzniká ještě lokální dopravní hluk vyvolaný hlukem brzd, místním rozhlasem, zabezpečovacím zařízením apod. Aerodynamický hluk je hluk vzniklý v důsledku proudění vzduchu a turbulence vzduchu kolem železničních vozidel, jejich podvozků a okolo sběračů. Hodnota aerodynamického hluku se zvyšuje s rychlostí jízdy a je tedy dominantní u tratí vysokorychlostních.

Hluk z pohonů hnacích vozidel 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.

Valivý hluk (obrázek 3) je vyvolán především stykem dotykové plochy kola s kolejnicí, dále pak vzniká ve všech místech v podvozku, kde se vlivem otáčení dvojkolí vyskytuje tření. Valivý hluk tak závisí jak na trati, tak i na vozidle.



Obrázek 3: Valivý hluk, jeho vývoj, přenos a emise
Zdroj: (7)

Rozdělení poměru mezi hlukem kola a hlukem z kolejnic je dáno vztahem 1 (8):

$$L_{celkem} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{kola}}{10}} + 10^{\frac{L_{kolejnice}}{10}} \right) \quad (1)$$

Kde:

L_{celkem} - celková hladina akustického tlaku - valivý hluk [dB]

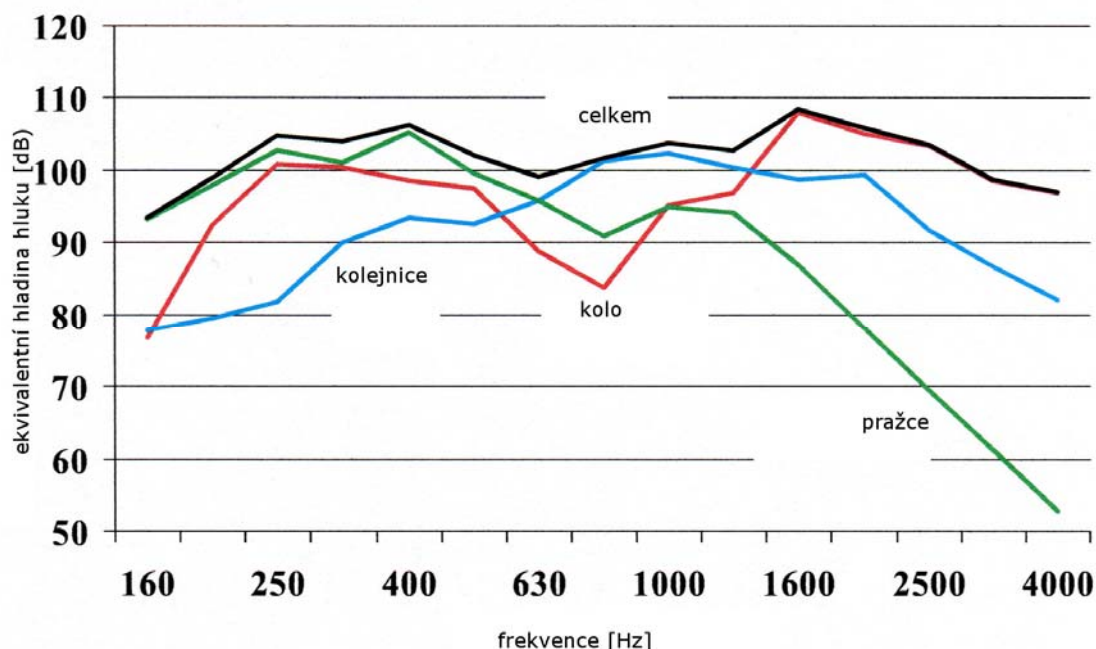
L_{kola} - hladina akustického tlaku - hluk kol [dB]

$L_{kolejnice}$ - hladina akustického tlaku - hluk kolejnic [dB]

Potom platí, že když je rozdíl $L_{kolejnice} - L_{kola}$ větší než 10 dB(A), převládá hluk z kolejnic a není třeba dělat žádné úpravy na kolech, když je rozdíl $L_{kola} - L_{kolejnice}$ větší než 10dB(A), převládá hluk z kola a naopak není třeba dělat žádné úpravy

na kolejnicích. Jestliže rozdíl není markantní, je vhodné provést úpravy na obojím (8).

Rozdělení zdrojů valivého hluku je znázorněno na následujícím obrázku číslo 4 (8).



Obrázek 4: Jednotlivé zdroje přispívající k valivému hluku
Zdroj: (8)

3 Možnosti eliminace hluku z železniční dopravy

Z hlediska hluku je v železniční dopravě třeba přijímat celou řadu různých opatření, majících za cíl hlukovou zátěž v okolí snížit. Tato opatření jsou zaměřena na infrastrukturu nebo na vozidla.

Protihluková opatření lze obecně rozdělit na aktivní a pasivní. Zatímco aktivní opatření se snaží vzniku hluku zabránit, opatření pasivní omezují šíření hluku, který již vznikl.

Mezi aktivní protihluková opatření řadíme opatření urbanistická, architektonická a dále pak opatření dopravně-organizační. U železniční dopravy jsou tato opatření reprezentována mimo jiné redislokací železničních vozidel nebo změnou jejich oběhu tak, aby v určitém kritickém úseku jezdila méně hlučná vozidla, přesunutím určitých dopravních úkonů (např. posun nebo rozpouštění vozů na svážném pahrbku a sestavování souprav nebo výměna hnacího vozidla) na jinou denní dobu nebo do jiné stanice či dočasným příkazem k pomalé jízdě (omezení rychlosti) v některém úseku. Tato opatření však obvykle omezují technologii železniční dopravy.

Poslední skupinou aktivních protihlukových opatření jsou opatření technická, která mohou být realizována buď přímo na vozidle (nově vyvinuté materiály a konstrukce, kvalitní údržba vozidel, tvar vozidel, zavedení vlakových jednotek místo klasických souprav apod.), nebo v kolejové infrastruktuře (údržba, vhodná volba konstrukčních prvků do konstrukce železničního svršku, elektrizace apod.).

3.1 Protihluková opatření u železniční dopravy

U železniční dopravy patří mezi současná aktivní protihluková a protivibrační opatření aplikovaná na vozidlo optimalizace tvaru kola (osová symetrie kola), co nejmenší průměr kola, co nejlustší disk kola nebo protihlukové absorbéry na kolech (nejlépe laditelné).

Mezi protihluková opatření aplikovaná na trati patří už samotné užití bezstykové koleje, pružné upevnění, dále pak například pružné kolejnicové podložky a kolejnicové absorbéry. Jako protivibrační opatření působí také tloušťka šterkového lože, pružnost kolejnicových podložek, kontinuálně podepřené kolejnice, vzdálenost mezi pražci, odpružené kolejnicové podpory, kolejnicové podpory s vnitřním tlumením, rohože pod šterkovým ložem apod.

Pasivní protihluková opatření, jak již bylo řečeno, snižují až vzniklý hluk. Měla by se tedy uplatnit tam, kde již nemáme jinou možnost, jak hlukovou situaci v daném místě snížit. Jedná se zpravidla o stavby, které jsou umístěny mezi zdrojem a příjemcem, tedy především o výstavbu protihlukových clon, kam řadíme protihlukové stěny a zemní valy. Mezi tato pasivní protihluková opatření patří také opatření na budovách, například protihluková okna třetí a vyšší třídy či zvukoizolační omítky.

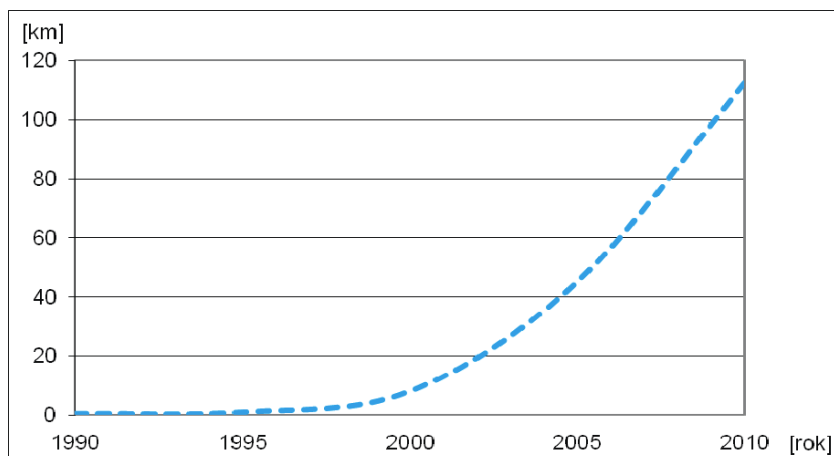
3.1.1 Protihlukové stěny

Snižování hluku z dopravy, dopravu železniční nevyjímaje, je nezbytné. Cest, které ke snížení vedou, je celá řada. V závislosti na umístění ve vztahu zdroj x příjemce lze vymezit tři okruhy:

- opatření na zdroji
- opatření v poli přenosu
- opatření u příjemce

Z hlediska hospodárnosti by měla být upřednostňována opatření u zdroje, tedy u vozidla a dráhy. Přesto se v Evropě, Česko nevyjímaje, vynakládají nemalé částky na výstavbu protihlukových stěn, tedy typického představitele opatření v poli přenosu. Poslední skupinu opatření tvoří ta, která jsou realizována přímo u příjemce. Zde se jedná především o zvukoizolační okna.

V České republice se podél železničních tratí protihlukové stěny začaly budovat v první polovině 90. let, a to v souvislosti s modernizací železničních tratí. Druhým mezníkem byl rok 2006, kdy bylo přijato nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací v platném znění, kterým byly stanoveny nejvyšší přípustné hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb, chráněném venkovním prostoru staveb a chráněném venkovním prostoru (viz graf na obr. 5 (9)).



Obrázek 5: Vývoj celkové délky protihlukových stěn podél železničních tratí v ČR
Zdroj: (9)

V roce 1994 probíhal výzkum protihlukových stěn podél železniční trati, kdy byl posuzován vliv jejich výšky na hladinu hluku. Měření prokázala, že stěny vysoké 760mm, jejichž pořizovací náklady jsou sice poloviční, nemají stejnou účinnost jako stěny vysoké 2 m. Pro bližší kolej byla účinnost nízkých stěn pro snížení hladiny hluku 4 až 7 dB(A), zatímco u stěny 2 m to bylo 8 až 12 dB(A) (10).

Protihlukové stěny mají nepochybně své místo především v hustě osídlených oblastech, přesto by však, při kombinaci s dalšími opatřeními, zejména pak s těmi u zdroje vzniku hluku, mohly dosahovat menších výšek či délek, a uspořit tak značné finanční prostředky.

To, že protihlukové stěny nepatří z hlediska nákladů a přínosů k nejefektivnějším, bylo také výsledkem projektu STAIRRS, který byl jedním z nejvýznamnějších projektů, probíhajících na půdě Evropské unie, a jehož cílem bylo zhodnocení efektivnosti různých opatření snižujících železniční hluk. Projekt byl zahájen v roce 2000 a probíhal tři roky.

Mezi největší přínosy projektu STAIRRS pro budoucí nízkohlučnou železniční dopravu patří především to, že poskytl nezbytné nástroje pro analýzu nákladů a užitků, které umožní diskusi nad výběrem vhodného protihlukového opatření v železniční dopravě. Dalším přínosem pak jsou ověřené metodiky rozdělení valivého hluku na příspěvek od vozidla a příspěvek od trati. Důležitým výsledkem projektu byl také fakt, že používáním kompozitních brzdových špalíků se ušetří významné částky ve srovnání s řešením výhradně pomocí výstavby protihlukových stěn. I přes tato nesporná zjištění jsou protihlukové stěny stále ve velké míře realizovány. Jako důvody, proč jsou tyto stavby stále upřednostňovány jsou uváděny (5):

- Důvody organizační, kdy rozdělení infrastruktury a provozu nestimuluje ke komplexnímu přístupu řešení.
- Důvody legislativní, ne všechny státy podporují úpravu vozů na úkor výstavby protihlukových stěn.
- Důvody politické, protože místní politici preferují místní řešení.

- Důvody psychologické - také z psychologického hlediska je preferována výstavba protihlukových stěn na úkor úpravy vozového parku. Panuje také obava, že finance na přestrojování vozů budou použity k jiným účelům.
- Dalším důvodem k podpoře výstavby protihlukových stěn je také to, že jsou zahrnuty v nových projektech.
- Poslední důvod, který je ve zprávě Mezinárodní železniční unie (UIC) a Společenství evropských železnic a správců infrastruktury (CER) uváděn, tkví v lobbingu stavebních firem, pro které je výstavba protihlukových stěn ekonomicky výhodná.

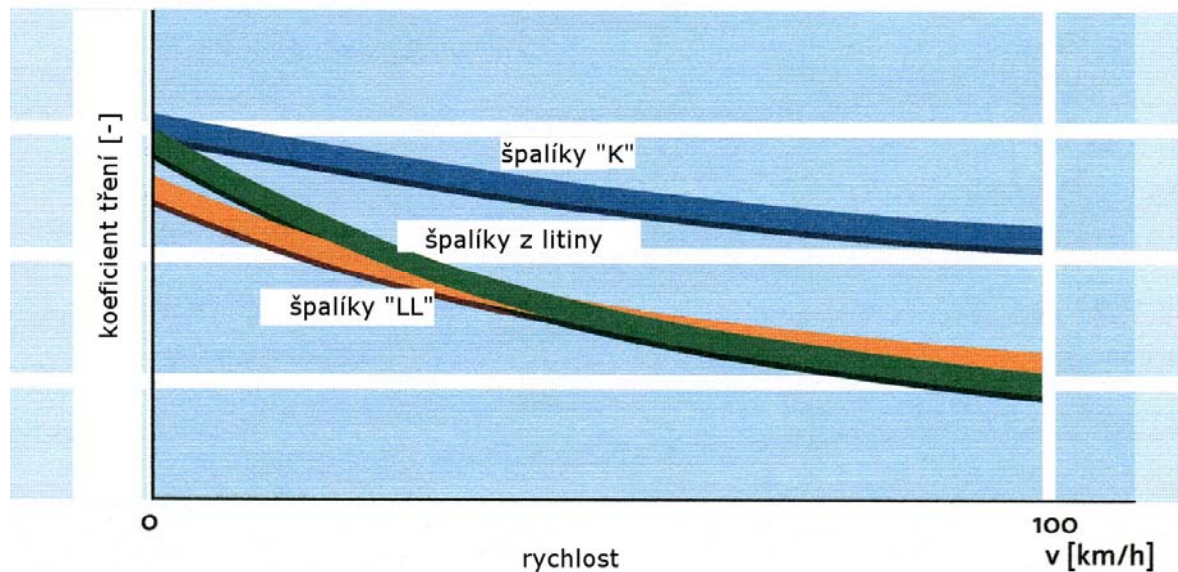
3.1.2 Eliminace hluku z nákladní železniční dopravy

Největším zdrojem hluku ze železniční dopravy je valivý hluk pro rychlosti cca do 200 km/h z nákladní železniční dopravy. Hlavním důvodem je používaná technologie brzdění, kdy na povrchu kol brzdící litinové brzdové špalíky vytváří na kolech i kolejích zdrsňený povrch. Proto byly vyvinuty brzdové špalíky z kompozitních materiálů, mezinárodně schválené od roku 2003, které umožňují snížit vnímaný hluk valení až o 50 %. Konkrétně se jedná o špalíky typu „K“, které ale vyžadují vysoké náklady na dodatečné přestrojování vozů, a špalíky typu „LL“, které byly vyvinuty právě za účelem dodatečného přestrojování vozů. Hlavní překážkou pro dodatečné vybavení nákladních vozů kompozitními brzdovými špalíky jsou značné investiční náklady a dodatečná údržba. V následující tabulce (Tab.1 (8)) je porovnání vlastností dvou typů brzdových špalíků: typu „K“ a typu „LL“.

Tabulka 1: Porovnání vlastností kompozitních brzdových špalíků typu „K“ a „LL“

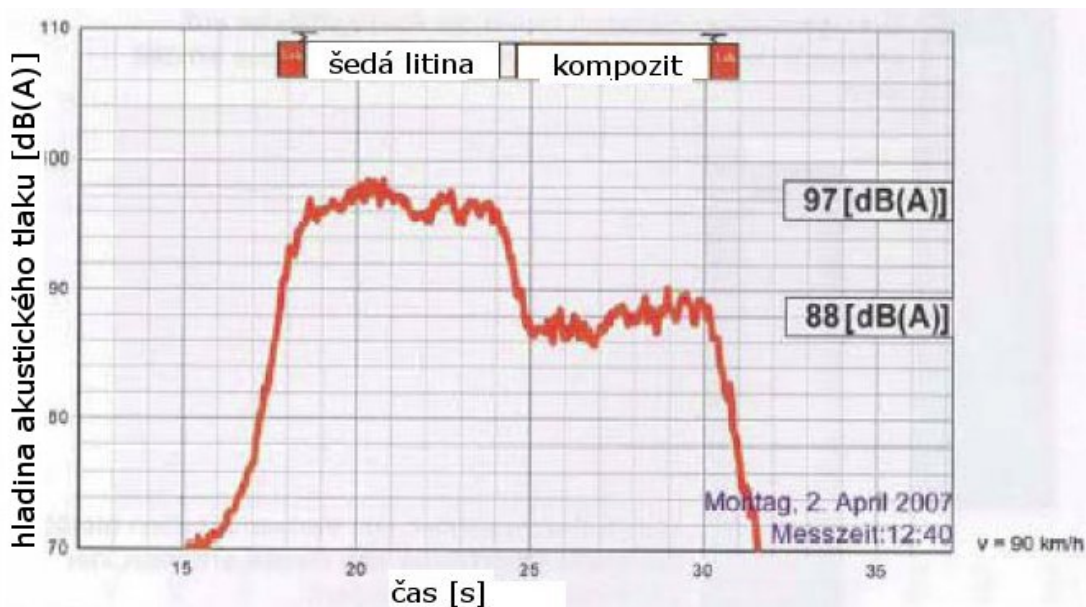
	špalíky typu „K“	špalíky typu „LL“
redukce valivého hluku	8–10 dB	podobné jako u „K“
požadavky na dodatečnou montáž	vyžaduje úpravu brzdového systému	nutné drobné úpravy
charakteristika brzdění	nezávislé na rychlosti vlaku, vyšší koeficient brzdění než kovové špalíky	rychlost vlaku je závislá (podobně jako u kovových špalíků), koeficient brzdění je podobný jako u kovových špalíků
homologace	systém schválen od roku 2003, Fofrem C810 (2003) a Jurid 816 M (2008), další špalíky se testují	provizorní certifikát od roku 2005, definitivní homologace od r. 2009, u některých problémy (velké opotřebení kol, nestabilní koeficient brzdění)

Zdroj: (8)



Obrázek 5: Koeficient tření různých typů špalíků
Zdroj: (12)

Také výzkumy v Německu (11) potvrdily fakt, že hlavní hlukovou zátěž tvoří noční nákladní doprava. Předváděcí jízdy ukázaly, že se úroveň hladiny hluku snížila při průjezdu až o 10 dB, viz obr. 6 (11) který představuje průjezd nákladního vlaku, v jehož první části byly železniční vozy vybaveny běžnými brzdami se špalíky ze šedé litiny a ve druhé části brzdami z kompozitních materiálů. Při přestrojení 85 % nákladních vozů se pak noční imisní hodnota hluku sníží až o 5 dB.



Obrázek 6: Zápis měření při předváděcí jízdě s měřícím akustickým vozem
Zdroj: (11)

3.1.3 Závěrečné shrnutí jednotlivých protihlukových opatření v železniční dopravě

Z výše uvedeného textu je zřejmé, že pouhá výstavba protihlukových stěn podél železničních tratí není vhodným řešením, jak ukázala celá řada projektů, mimo jiné již zmiňovaný projekt STAIRRS. K tomu, aby železniční doprava byla opravdu dopravou environmentálně šetrnou a tedy i udržitelnou, je nutné přistoupit k řešení hlukové problematiky komplexně. Srovnání jednotlivých protihlukových opatření, která je u železniční dopravy možná realizovat, jsou shrnuta v následujících tabulkách.

V tabulce 2 (8) jsou uvedeny náklady na jednotlivé typy protihlukových opatření. Z tabulky jsou patrné poměrně vysoké náklady na výstavbu protihlukových clon, které navyšuje ještě fakt, že jsou účinné pouze v místě, kde jsou vybudované, zatímco vozy s kompozitními brzdovými špalíky produkují obecně méně hlukových emisí po celé délce projeté trasy.

Tabulka 2: Náklady na opatření ke snížení hluku Zdroj: (8)

snížení	cena
2 m bariéra	1 000 €/m
3 m bariéra	1 350 €/m
4 m bariéra	1 700 €/m
izolovaná okna	2 200–8 000 € (4 okna na dům)
špalíky „K“ (dodatečně namontované)	4 000–10 000 € na vagón
špalíky „LL“ (dodatečně namontované)	500–2 000 € na vagón
traťové rezonanční tlumiče	300–400 €/m kolejí (2-kolejná trať)
rezonanční tlumiče kol	3 000–8 000 € na kolo včetně montáže

V tabulce 3 (12) jsou shrnuta jednotlivá protihluková opatření včetně jejich účinnosti a komentáře.

Tabulka 3: Metody snížení hluku a jejich účinnost

Metody snížení hluku	Redukce hluku	Efekt snížení hluku	Komentář
u zdroje			
dodatečná montáž kompozitních brzdových špalíků	8–10 dB(A)	celá síť	pro nákladní vozidla v železniční dopravě
tlumiče kol	1–4 dB(A)	celá síť	údržba kol, řešení pro diskové brzdy sad kol existuje, pro jiné typy brzd se vyvíjejí
Kolejnicové absorbery	1–4 dB(A)	lokální	údržba kolejnic
odstranění zvlnění broušením	až do 20 dB(A)	lokální	standardní údržba trati

renovace trati	až do 10 dB(A)	lokální	standardní údržba trati
akustické broušení trati	1–3 dB(A)	lokální	sledování tratí a časté broušení se speciálním strojem, hladké kolejnice
provozní změny	proměnné	lokální	negativní vliv na provoz a kapacitu trati
mezi zdrojem a obyvateli			
hlukové zábrany (bariéry)	záleží na výšce, většinou 5–15 dB(A)	lokální	negativní efekt pro krajinu, pro údržbu tratí, neatraktivní pro cestující i obyvatele
v blízkosti obyvatel			
zvukotěsná okna	10–30 dB(A)	lokální	efekt je pouze při zavřených oknech

Zdroj: (12)

Závěr

Cílem příspěvku bylo shrnutí problematiky hluku z železniční dopravy a nastínění možných řešení. 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 se však ukazuje, že samotná modernizace nestačí a je třeba přistoupit ke komplexnímu řešení hlukových emisí.

Evropská komise ve své zprávě (10) uvádí tři okruhy problémů, souvisejících s železniční dopravou. První z nich je zaměřen na železnice příměstské, vedoucí zpravidla v hustě osídlených oblastech a obtěžujících svým hlukem rezidenty. Zde se jako vhodné řešení nabízí právě výstavba protihlukových stěn, které však musí být navrhovány tak, aby kromě své základní funkce, tedy eliminace hluku, nezhoršovaly komfort bydlení a působily v daném prostředí esteticky.

Dalším okruhem generujícím odlišné problémy ve vztahu k hlukové zátěži jsou vysokorychlostní vlaky, které obtěžují okolí do značné míry hlukem aerodynamickým. Třetí okruh je zaměřen na hluk z železniční nákladní dopravy. Ten si ostatně uvědomují sami provozovatelé nákladní železniční dopravy, o čemž svědčí i jejich vlastní dobrovolné iniciativy. Zde se jako nejvhodnější řešení jeví právě úpravy na vozidlech, především pak používání kompozitních brzdových špalíků, jejichž účinnost byla prokázána celou řadou mezinárodních studií.

Seznam literatury

- [1] WIEDERKEHR, Peter, et al. Environmentally Sustainable Transport (EST): Concept, Goal, and Strategy : The OECD's EST Project. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2004, 4, 1, s. 11-25. Dostupný také z WWW: <<http://www.richardgilbert.ca/Files/2004/EST,%20Concept,%20Goal,%20and%20Strategy.pdf>>. ISSN 1567-7141.
- [2] *Enviwiki* [online]. 2008, 2011 [cit. 2011-08-30]. Udržitelná doprava. Dostupné z WWW:<http://www.enviwiki.cz/wiki/Port%C3%A1l:Doprava_a_%C5%BEivotn%C3%AD_prost%C5%99ed%C3%AD>.
- [3] *Rail and sustainable development* [online]. Paris : UIC, 2011 [cit. 2011-08-19]. Dostupné z WWW: <http://www.uic.org/etf/publication/publication-detail.php?code_pub=525>.
- [4] *World Health Organization* [online]. 2011 [cit. 2011-08-15]. 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>>.
- [5] OERTLI, Jakob; HUBNER, Peter. *Railway noise in Europe : A 2010 report on the state of the art* [online]. first. Paris : UIC, 2010 [cit. 2011-08-18]. Dostupné z WWW: <http://www.uic.org/IMG/pdf/20101130railway_noise_in_europe_en_ld.pdf>. ISBN 9782746178805.
- [6] KOCH, Bernhard. Emise hluku a jeho snižování v železniční dopravě. *Odis - Edice* [online]. 2008, 1, [cit. 2011-08-18]. Dostupný z WWW: <http://edice.cd.cz/edice/zivpro/dzp4_08/emise.pdf>.
- [7] HLAVÁČEK, Jan. Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Hluk“. *Vědeckotechnický sborník Českých drah* [online]. 2004, 18, [cit. 2011-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.cd.rail.cz/VTS/CLANKY/vts18/18cl09.pdf>>. ISSN 1214-9047.
- [8] HEMSWORTH, Brian. *Environmental Noise Directive Development of Action Plans for Railways* [online]. Paris : UIC, 2008 [cit. 2011-08-18]. Dostupné z WWW: <http://www.uic.org/IMG/pdf/Action_Planning_Paper_Final-2.pdf>.
- [9] TRÁVNÍČEK, Bohumír. Možnosti řešení hlukové zátěže z pozice provozovatele dráhy v kontextu stávající právní úpravy. In *Železniční dopravní cesta 2010* [online]. Pardubice : SŽDC Praha, 2010 [cit. 2011-08-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.szdc.cz/soubory/konference-a-seminare/zdc-2010/sbornik-zdc-2010.pdf>>. ISBN 978-80-254-6802-2.
- [10] REFERENCE TREN/A1/46-2005. *Impact assessment Study on Rail Noise abatement Measures Addressing the existing Fleets : Final Report*. Brusel : EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE GENERAL ENERGY AND TRANSPORT, 2007. 129 s. Dostupné z WWW: <http://ec.europa.eu/transport/rail/studies/doc/2007_rail_noise.pdf>.
- [11] KOCH, Bernhard. Emise hluku a jeho snižování v železniční dopravě. *Odis - Edice* [online]. 2008, 1, [cit. 2011-08-18]. Dostupný z WWW: <http://edice.cd.cz/edice/zivpro/dzp4_08/emise.pdf>.
- [12] OERTLI, Jakob; HÜBNER, Peter. Noise reduction in rail freight. In *A 2007 report on the state of art* [online]. Paris : UIC, 2008 [cit. 2011-08-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.uic.org/IMG/pdf/UIC-FRET-GB.pdf>>.

Seznam zkratk

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)
EST	Environmentally Sustainable Transport (Environmentálně udržitelná doprava)
OSN	Organizace spojených národů
UIC	Mezinárodní železniční unie
STAIRRS	Strategie and Tools to Assess and Implement Noise Reduction Measures for Railway Systéme
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

Zpracováno za podpory projektu TA01030087 “Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“ a výzkumného záměru MSM 6840770043 „Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace“.

Praha, září 2011

Lektoroval: Mgr. Bohumír Trávníček
SŽDC, s.o.