

SYSTÉMOVÉ ŘEŠENÍ HLUKU ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY

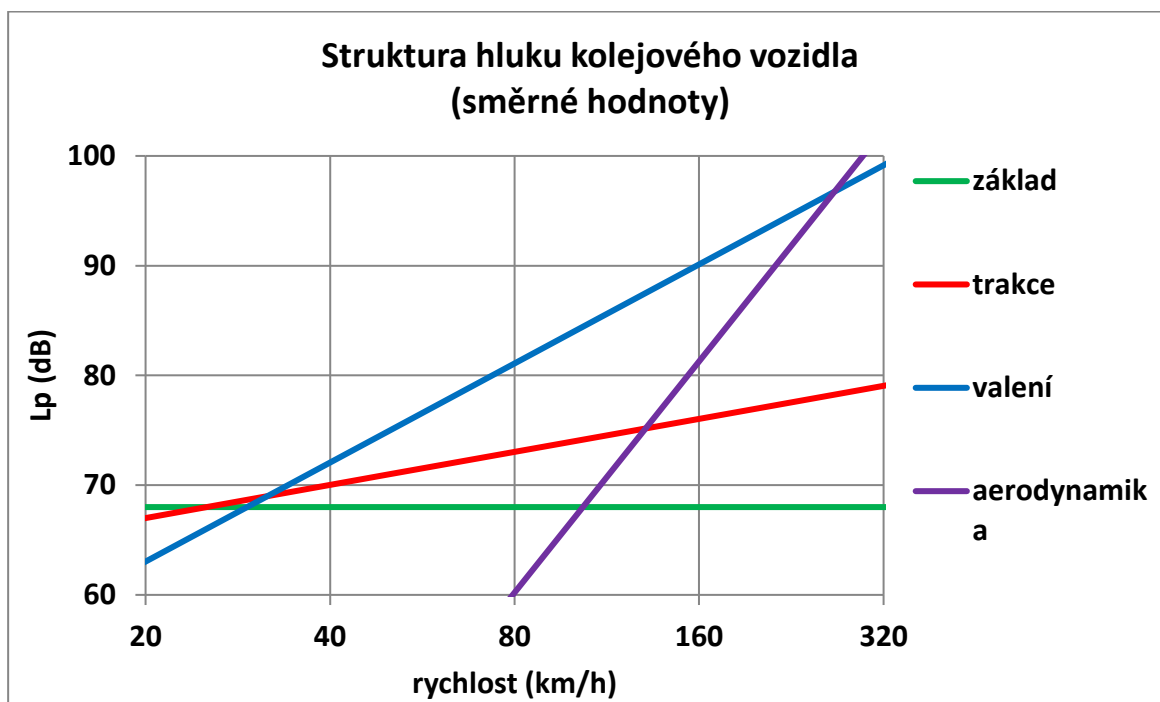
Ing. Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.

Příčinou velkorysé podpory z veřejných zdrojů, které se v současnosti železnici dostává, nejsou ani nostalgické vzpomínky na léta minulá, ani snaha vyhovět požadavkům odborových svazů, ale pouze a jedině fakt, že dokáže zajistit přepravní úlohy s mnohanásobně nižší energetickou náročností, než automobilová doprava. A to navíc bez nutnosti používat fosilní uhlovodíková paliva. To staví železnice do role základního dopravního systému v relacích, kde je její použití oprávněné. Tedy tam, kde existuje silná a pravidelná přepravní poptávka. Nízký odpor valení, nízký aerodynamický odpor vozidel jedoucích v zákrytu a vybudované liniové elektrické napájení dává železnici s elektrickou vozbou výhodu zhruba 7,5 krát nižší energetické náročnosti ve srovnání s automobilovou dopravou. To ostatně není nic nového, již před téměř dvě stě lety dopravovaly koně po železnici mezi Lincem a Českými Budějovicemi při stejné spotřebě obroku (směs sena a ovsu) sedmkrát více beček soli, než po silnici.

Nízká energetická náročnost železniční dopravy má i významný environmentální dopad v podobě minimálních exhalací a to jak z globálního hlediska (emise oxidu uhličitého), tak i z lokálního hlediska (emise výfukových plynů). Avšak aby byla železnice obyvatelstvem pozitivně vnímána, což je pro všeobecný konsensus s financováním jejího rozvoje z veřejných zdrojů nutností, musí být ke svému okolí vlídná. Nesmí jej rušit hlukem.

Hlučnost vlakové dopravy

Hluk je jednou z mnoha forem energie. Má-li být intenzita hluku (hladina akustického tlaku) v určitém místě snížena, je potřebné buď snížit výkon zdroje hluku, nebo jej pohltit či odrazit. Základním zdrojem hluku železnice je jedoucí vlak. Ten emituje čtyři hlukové složky (viz obr.1):



- základní (klidovou), na rychlosti jízdy nezávislou složku (pomocné pohony, statické měniče, větrání, klimatizace, ...),
- trakční, na rychlosti jízdy lineárně závislou složku (trakční motory, převodovky, ...),
- valivou, na rychlosti jízdy kubicky závislou složku (styk kolo – kolejnice),
- aerodynamickou, na rychlosti jízdy vyššími mocninami (zejména sedmá mocnina) závislou složku (ostré hrany, výčnělky, ...), která se dominantně projevuje až ve vysokých rychlostech (zpravidla přes 200 km/h)

Ještě v nedávné minulosti byl rozhodující složkou hluku jedoucího vlaku akustický výkon generovaný trakčním pohonem. To bylo zejména v éře motorových lokomotiv, které vlivem jejich nízkého výkonu jezdily pomalu a u kterých dominoval hluk intenzivní hluk jejich nepřiliš dobře odhlučených naftových motorů. V současnosti tomu tak není. Vlaky jezdí rychleji a trakční pohon je tišší. Dominantní složkou hluku způsobeného jízdou vlaku se stal hluk valení.

Hlukově relevantní vývojové tendence v oblasti vozidel a vlakové dopravy

Příčinou výše popsaného trendu (hluk generovaný valením se stal dominantní složkou hluku vlakové dopravy) je jak pokrok v oblasti stavby vozidel, tak pokrok v organizaci vlakové dopravy.

U vozidel došlo k velkému ztišení jejich trakčních agregátů. Rozhodující postavení získala vozidla elektrické trakce závislé, tedy vozidla bez spalovacích motorů. Jejich základní komponenty (trakční motory, převodovky, ventilátory, kompresory, statické měniče a podobně) byly zásadním způsobem ztišeny. Ale i u motorových lokomotiv došlo k významnému odhlučnění (dvouplášťové kapoty, účinné tlumiče výfuku i sání).

Z provozního hlediska je základním trendem železniční dopravy systematické zvyšování rychlosti. Významným motivem k tomu je snaha nabídnout zákazníkům železnice atraktivně krátké přepravní časy. Avšak vyšší cestovní rychlost se pozitivně projevuje i růstem produktivity vozidel a personálu. V případě zrychlování pomalejších segmentů vlakové dopravy i růstem propustné výkonnosti tratí. Zvýšení jízdy rychlíků z tradičních 100 až 120 km/h na současných 160 km/h i zvýšení jízdy nákladních vlaků z tradičních cca 60 km/h na současných 100 až 120 km/h je dokladem změn v pojetí železniční dopravy.

Akustický výkon hluku valení roste se třetí mocninou rychlosti, zvýšení rychlosti jízdy na dvojnásobek je provázeno zvýšením akustického výkonu na osminásobek, tedy o 9 dB. Analogicky k tomu narůstá při zdvojnásobení rychlosti okamžitý akustický tlak v okolí železnice též o 9 dB. Zvýšení efektivní hodnoty akustického tlaku je při vyšší rychlosti méně výrazný (při zdvojnásobení rychlosti plus 6 dB), a to vlivem kratší doby časové expozice, neboť rychleji jedoucí vlak zatěžuje projížděné místo kratší dobu.

Hluk valení

Je skutečností, že na konvenčních železnicích v ČR je a do budoucna bude valení dominantní složkou hluku. Tedy hluková složka, která roste se třetí mocninou rychlosti při posuzování okamžitých hodnot akustického tlaku, respektive s druhou mocninou rychlosti při posuzování efektivních hodnot akustického tlaku. Proto je potřebné se jejím snižováním zabývat a to zejména v souvislosti s trendem zvyšování rychlostí vlakové dopravy.

Zásadní vliv na akustický výkon valení má kvalita (drsnost) povrchu kol i kolejnic. Rozdíl může činit až 15 dB, tedy 32 násobek. Stojí za povšimnutí, že dva nejvýznamnější kroky ke snížení hluku valení vznikly neúmyslně, jako vedlejší produkt zcela jinak motivovaných technických snah:

- při zvyšování rychlosti jízdy vlaků osobní přepravy se staly limitem špalíkové třecí brzdy s litinovými brzdovými špalíky a to jak z hlediska tepelného zatížení kol vlivem vyššího brzdného výkonu při vyšších rychlostech (vznik martenzitické struktury, která je iniciátorem tepelných trhlin), tak i z hlediska poklesu součinitele tření při vyšších rychlostech (enormní nárůst brzdných drah). Proto byly vyvinuty a všeobecně zavedeny kotoučové a dynamické brzdy. Žádná nově vyráběná vozidla pro osobní dopravu, ani lokomotivy, již řadu let nejsou vybavována špalíkovou třecí brzdou, nýbrž vysoce účinnými elektrodynamickými a kotoučovými brzdami. To zásadním způsobem přispělo nejen k bezpečnosti železniční dopravy (pokles brzdných drah na zhruba polovinu), ale ke snížení akustického výkonu hluku valení. Litinové brzdové zdrže totiž povrch kol při každém brzdění povrch výrazně zdrsňovaly, zatím co jízdou po kolejnici se povrch kola přirozeným procesem vyválcuje do hladka. Dopad této skutečnosti na hluk valení jemimořádně silný: litinovými brzdovými špalíky zdrsněné kolo emituje osmkrát vyšší akustický výkon (o 9 dB), než kolo s hladkým povrchem.

Nezanedbatelný je i hluk generovaný špalíkovými brzdami v procesu brzdění, zejména skřípění brzd. Toto skřípění je zákeřné zejména tím, že obsahuje tónové složky s frekvencí mírně přes 20 kHz, které filtr A neuvažuje, tedy při hodnocení hladiny akustického tlaku podle norem ISO nejsou uvažovány. Avšak děti vnímají tento vysokofrekvenční hluk velmi silně a způsobují jim bolest,

- také zásadní opatření ke snížení hluku valením, zavedená na straně infrastruktury, a to vyrovnaní temene kolejnic do roviny a vyhlazení jejich povrchu broušením, nebyla zavedena z titulu protihlukových snah. Vznikla ke zvýšení stability jízdy vozidel a projevila se pozitivním zpětnovazebním dopadem na dlouhodobou stabilitu geometrické polohy koleje - vlivem klidné jízdy vozidel není trať namáhána dynamickými silami. Snížení hluku valení vzniklo jako vedlejší produkt.

Efekt kvalitního železničního svršku na hluk valení byl kupříkladu léta velmi dobře postřehnutelný v každém vlaku vyjíždějícím z Prahy. Nepříjemně hlučící vůz se po průjezdu železniční stanicí Úvaly na již modernizovanou trať národního tranzitního koridoru ztlačil (tzv. syndrom Klánovického lesa).

Energetické důsledky

Stojí za povšimnutí, že tato protihlukovými snahami původně nemotivovaná technická opatření, ale přesto hluk významně snižující, mají zásadní přínos nejen v oblasti akustiky, ale i v oblasti energetiky železniční dopravy. Hladký povrch kol a kolejnic snižuje konstantní složku jízdního odporu (odpor valení) a klidná jízda bez rozkmitání vozů snižuje lineární složku jízdního odporu, což společně ztlačil snižuje spotřebu energie potřebnou k dopravě vlaků. Ano, hluk je energie, a pokud není vytvářen, tak je energií šetřeno.

Kompozitní brzdové špalíky

Poznání, že kolejová vozidla lze ztlachtit tím, že jejich kola nebudou zdrsňována litinovými brzdovými špalíky, vedla Evropskou komisi k tomu, že v Technické specifikaci pro interoperabilitu

– hluk (TSI NOI) předepsala pro vozidla hlukové limity, které jsou vozidly s litinovými brzdovými špalíky nesplnitelné. Technické specifikace pro interoperabilitu jsou v České republice povinností předepsanou zákonem o dráhách č. 266/1994 Sb., nová vozidla nelze dodávat s litinovými brzdovými špalíky.

Zatímco osobní vozy, trakční vozy a lokomotivy naplňují hlukové limity podle TSI NOI požitím kotoučových a elektrodynamických brzd, bylo u nákladních vozů z ekonomických důvodů zvoleno jiné řešení. A to náhrada litinových brzdových špalíků nekovovými (kompozitními) špalíky. Ty též vyhlazují povrch kol. Přínos kompozitních brzdových špalíků na hlučnost projíždějících nákladních vlaků je subjektivně velice snadno rozpoznatelný. Stačí chvíli postát nástupišti na některé stanici či zastávce na 1. národním tranzitním železničním koridoru ČR a porovnat průjezd běžného nákladního vlaku složeným z vozů s litinovými brzdovými špalíky s nákladním vlakem složeným z vozů s kompozitními brzdovými špalíky (typicky: ucelené kontejnerové vlaky směřující k severomořským přístavům). Rozdíl činí kolem 9 dB.

Zpočátku byly k dispozici jen kompozitní brzdové špalíky typu K s vysokým součinitelem tření, vhodné pro novostavby vozů (předností je lehčí brzdová výstroj), avšak nevhodné pro modernizace starších vozů (nevýhodou je nákladná rekonstrukce brzdového systému).

Nyní již jsou na trhu k dispozici kompozitní brzdové špalíky se záměrně sníženým součinitelem tření (zhruba na úroveň litinových brzdových špalíků) typu LL. Tyto lze s výhodou používat jako náhradu za litinové brzdové zdrže na starších vozech. Drážním úřadem ČR byly v roce 2013 schváleny k použití na všech typech nákladních vozů.

Motivace

Technicky je záležitost vyřešena, její realizace je možná v průběhu dvou-tří let (při periodických prohlídkách neosazovat vozy litinovými, ale nekovovými brzdovými špalíky). Ty jsou však poněkud dražší a vyžadují i určité jednorázové náklady (instalace vyrovnávacích ventilů k rozvaděči samočinné brzdy). K přechodu na používání kompozitních špalíků však chybí dopravcům motivace, na snižování hlučnosti svých vozidel nejsou nijak zainteresováni. Výše poplatku za použití dopravní cesty na železnicích v ČR nebere ohled na technické parametry vozidel. Avšak i tato bariéra v krátké době padne. Na základě rozsudku Evropského soudního dvora je Česká republika povinna zavést v poplatku za použití železniční dopravní cesty motivační složky pro dopravce. Tato záležitost bude řešena v rámci chystané celkové přestavby poplatků za použití železniční dopravní cesty SŽDC.

U starších osobních a motorových vozů je situace obtížnější, četnost brzdění a tedy i namáhání brzd je u nich vyšší. Cílem ČD je stará vozidla s technikou brzdění litinovými brzdovými zdržemi postupně vyřadit z provozu (svým vysokým hlukem valení obtěžují nejen okolí železnice, ale i cestující), respektive některá z nich vybavit na dožití nekovovými brzdovými špalíky, které nezvyšují hluk valení zdršňováním povrchu kol. Aktuálně probíhají dlouhodobé ověřovací zkoušky nekovových brzdových špalíků na motorových jednotkách řady 814 ČD.

Rychle a tiše

Odklon od používání třecích brzd s litinovými brzdovými špalíky není jediným protihlukovým opatřením na straně vozidel. Ke snížení hluku valení směřují i další technická řešení v oblasti pojezdů vozidel (vedení dvojkolí, primární a sekundární vypružení, ...). Dopady na vnější hlučnost jedoucích vozidel jsou skutečně zásadní:

- technická specifikace hluk (TSI NOI) předepisuje pro osobní železniční vozy mezní hodnotu vážené kontinuální hladiny akustického tlaku A projíždějících vozidel $L_{pAeq,Tp}$ ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje, 1,2 m nad temenem kolejnice při rychlosti 80 km/h ve úrovni 80 dB,
- podle měření provedené zkušební laboratoří ÖBB dosahují netrakovní jednotky Viaggio Comfort – Railjet za těchto podmínek hladinu akustického tlaku $L_{pAeq,Tp}$ v úrovni 77 dB, tedy generují ve srovnání s požadavky TSI NOI poloviční akustický výkon,
- podle měření provedené zkušební laboratoří VUKV dosahují dosud na rychlících používané osobní železniční vozy s podvozky Görlitz V za těchto podmínek hladinu akustického tlaku $L_{pAeq,Tp}$ v úrovni 92 dB, tedy generují ve srovnání s požadavky TSI NOI třináctkrát vyšší akustický výkon.

Jinými slovy: vozy netrakovní jednotky Railjet generují o 15 dB nižší akustický výkon hluku (tedy 32 krát menší), než dosud na rychlících běžně používané vozy z minulé doby. To znamená, že jeden starší vůz vytváří stejný hluk, jako 32 vozů Railjetu.

Elektrická vozba

Je zajímavé, jak souvisí hlučnost železnice s elektrizací. Dosud například jezdí v 69 km dlouhém úseku Hradec Králové – Trutnov denně 7 párů rychlíků dopravovaných motorovými lokomotivami řady 753.7 (věk cca 40 let, naftový motor, kola zdrsněná špalíkovou brzdou) a 7 párů spěšných vlaků dopravovaných motorovými vozy řady 854 (věk cca 45 let, naftový motor, kola zdrsněná špalíkovou brzdou), které za rok spotřebují zhruba 1,2 mil. litrů nafty a vyprodukují 2,9 mil. litrů oxidu uhličitého. Po elektrizaci 52 km tratě Jaroměř – Trutnov (při použití cílového systému 25 kV 50 Hz zhruba za 500 mil. Kč) se díky příchodu nových vozidel s elektrickým pohonem a hladkými koly (bez špalíkové brzdy – jiná nová elektrická vozidla nelze pořídit, bylo by to v rozporu s TSI) ztlumí hluk vlaků provozovaných na v celém 69 km dlouhém úseku zhruba o 12 dB. A to bez potřeby výstavby vysokých protihlukových stěn, což by v celé trati (oboustranně) znamenalo investici přibližně 2 800 mil. Kč.

Soulad subsystémů

Doba odepisování pozemních staveb je 50 let. Horizont doby používání vozidel s koly zdrsněnými litinovým brzdovým špalíky je na České železnici nanejvýš 5 až 10 let. Bylo by neekonomické nadále budovat vysoké protihlukové stěny s tím, že budou potřebné jen 10 až 20 % doby své životnosti. Bylo by nesprávné přizpůsobovat investice, jejich cílem je zajistit interoperabilitu české železnice, neinteroperabilním vozidlům, nekonformním s TSI NOI.

Ukazuje se mnohem racionálnější budovat železnici pro moderní vozidla konformní s TSI včetně TSI NOI, nikoliv ji nákladně přizpůsobovat dožívajícím vozidlům, která za pár let zmizí. To například znamená investice do tratí podpořené z OPD doprava koordinovat s investicemi do vozidel podpořenými z OPD doprava tak, aby na modernizovaných tratích zabezpečovaly provoz jen moderní vozidla s nízkými emisemi hluku. Pak lze hluková opatření na straně infrastruktury minimalizovat – místo výstavby obvyklých souvislých vysokých protihlukových stěn instalovat v nejvíce exponovaných místech nízké protihlukové stěny respektive absorbéry hluku. Správnou koordinací investic do vozidel a infrastruktury je možno dosáhnout velkých přínosů i významných úspor.

Vstříc k občanům

Je potřeba si uvědomovat, že z hlediska zákazníka železnice, cestujícího, tedy toho, pro kterého je železnice budována, jsou vysoké protihlukové stěny prohlukovými, neboť za jízdy vlaku zvyšují úroveň vnitřního hluku ve voze. Na vůz totiž působí energie stěnou odraženého zvuku (podobně jako v tunelu). Naopak snížení hluku valení hladkými koly a kvalitní tratí se projevuje poklesem nejen vnějšího, ale i vnitřního hluku vozidel. Proto jsou racionálním řešením hlučnosti železnice opatření k docílení hladkých rovných ploch kol i kolejnic, v kritických místech doplněná o nízké protihlukové stěny, respektive o přídavné absorbéry hluku.

Hlučnosti současných konvenčních železnic má důležitou souvislost s budováním vysokorychlostních tratí. Obyvatelstvo vnímá železnici tak, jak ji zná. Jestliže je obyvatelstvo obtěžováno současnou železnicí, která je velmi hlučná již při rychlosti 100 km/h, má přirozeně vážné obavy z toho, že v budoucnu má vést nedaleko od jeho obydli nová trať pojížděná vlaky jedoucími rychlostí 300 km/h. Pak pochopitelně podpoří iniciativy proti výstavbě nové železnice. Lidé neuvěří argumentaci, že stav techniky již je na jiné úrovni, než kterou znají, že vlaky které denně slyší, jsou o 15 dB hlučnější, než lze dosáhnout (viz srovnání výše). Je potřeba je přesvědčit každodenním provozem moderních tichých vlaků na dnešní jim známé konvenční železnici, jaký stav techniky již nyní je.

Akustický smog

Stojí za povšimnutí, že na železnici existují nejen nechtěný, ale i úmyslně vytvářený hluk. V interiéru vozidel je to vlakový rozhlas, který z principu slyšitelnosti musí mít vyšší intenzitu zvuku, než hluk pozadí. Skutečně potřebují cestující kromě optických informačních systémů i tolik akustických informací? Skutečně mají cestující radost z uvítání a loučení formou hlučných hlášení? Nebo je to obtěžuje a ruší. Trendem pro to je selektivní hlášení jen pro ty, kteří jej vyžadují (například přes speciální aplikace pro chytré telefony).

Z hlediska vnějšího hluku železniční dopravy mají podobnou pozici úrovně přejezdy. V řadě případů představují pro obyvatele bydlic v jejich blízkosti funkcí akustické výstrahy větší hlukovou zátěž, než samotný průjezd vlaku. Přitom je až s podivem, že jsou stále budovány. Podle metodiky pro ekonomické hodnocení investic zveřejněné ve Věstníku dopravy 11/2013 je mimoúrovňové křížení efektivnější investicí, než zabezpečení úrovně přejezdu. Roční odpis investice je v obou případech zhruba stejný a to cca 0,5 mil. Kč (nadjezd stojí zhruba 25 mil. Kč a je odepisován 50 let, zabezpečení přejezdu stojí zhruba 10 mil. Kč a je odepisováno 20 let). Avšak na straně přejezdu jsou výrazně vyšší provozní náklady, zatím co na straně nadjezdu je vyšší bezpečnost silničního i železničního provozu, úspora času účastníku silničního provozu, vyšší plynulost silničního provozu, jakožto i nižší zatížení okolí železnice hlukem. Stojí za připomenutí, že před šedesáti lety byla postavena 121 km dlouhá železniční trať Brno – Havlíčkův Brod s jediným úrovněm křížením (v Tišnově).

Pevná jízdní dráha

Štěrkové lože patří k nejvýznamnějším lidským vynálezům. Je variabilní, ale přitom stabilní, pružné, dobře odvodněné, levné a jednoduché. Avšak jako každé technické řešení má i štěrkové lože své limity, a má k sobě i jiné alternativy.

Moderní alternativou ke štěrkovému loži je betonová pevná jízdní dráha. Její přednosti jsou zásadní:

- dlouhodobá stabilita geometrické polohy koleje zásadním způsobem snižuje nároky na údržbu a minimalizuje rozsah výluk, narušujících provoz,
- vysoká odolnost vůči příčným silám dovoluje stavět tratě s vysokými hodnotami stavebního převýšení a zatěžovat je provozem vlaků s vysokými hodnotami chybějícího převýšení, což umožňuje projíždět traťové oblouky vyššími rychlostmi. Tato vlastnost má velký význam zejména při řešení průchodu železnice silně urbanizovaným územím, neboť umožňuje minimalizovat konflikty mezi zájmy rychlé železniční dopravy a zájmy vlastníků nemovitostí respektive pozemků,
- železniční svršek lze pojíždět silničními vozidly, což má význam při údržbě i při mimořádných situacích.

Na základě poznatků a zkušeností získaných na zahraničních železnicích jsou neméně významné přednosti pevné jízdní dráhy pro vozidla:

- díky vysoké přesnosti a stabilitě geometrické polohy koleje pevné jízdní dráhy je trať vůči vozidlům šetrná, minimalizuje jejich namáhání dynamickými silami (což podle principu akce a reakce vozidla trati stejně příznivě ovlivňuje),
- pevná jízdní dráha vylučuje poškozování technických zařízení na spodku vozidla odletujícím štěrkem. Jde o velmi zásadní přínos, jehož význam se zvyšuje s rostoucí rychlostí jízdy vlaku. U železničního svršku se štěrkovým ložem se za rychlé jízdy vlaku působením silového zatížení jednotlivé kusy štěrku uvolňují a povyskakují. Do volně se pohybujících kusů štěrku mohou narazit různé části na spodku vozidla a odrazit je (princip nahazování a odpalování jako ve hře pasák). Střet technických zařízení na spodku vozu s letícím kusem štěrku mívá na dotyčná zařízení destruktivní následky. Dochází nejen k poškození kabelů, potrubí či krytů, ale i k poškozování povrchu dvojkolí vznikem vrypů. Tato situace je závažná zejména ve vysokorychlostní železniční dopravě, kdy je relativní rychlost mezi kamenem a vozidlem velmi vysoká. Účinkem druhé mocniny rychlosti je vysoká i energie nárazu. Spodní partie vozidel provozovaných na vysokorychlostních tratích se štěrkovým ložem trpí častými a vážnými poruchami, respektive je nutno je proti odletujícímu štěrku účinně chránit. Jako prevence je též nutno velmi pečlivě řešit zašterkování železničního svršku. Při použití pevné jízdní dráhy je téma poškozování technických zařízení na spodku vozidel odletujícím štěrkem zcela eliminováno. Proto je z hlediska vozidel (a tím i spolehlivosti vlakového provozu) pevná jízdní dráha jednoznačně favorizovaným řešením.

Pevná jízdní dráha má i své slabé stránky. Je méně pružná, má menší útlum a její betonová plocha nemá tak velkou schopnost absorbovat hluk, jako štěrkové lože. Jízdu vlaku způsobený vnější hluk je intenzivnější v okolí tratě s pevnou jízdní dráhou, než v okolí tratě se štěrkovým ložem.

Bylo by nemoudré nevyužít potenciál přínosů pevné jízdní dráhy jen proto, že je (ve své výchozí podobě) hlučnější, že nemá takovou absorpční schopnost hluku jako štěrkové lože. Pevnou jízdní dráhu je proto potřebné doplnit vhodnými absorbéry hluku, které tento její nedostatek odstraní. Pak lze využívat její výhody.

Závěr

Železnice je systém tvořený čtyřmi strukturálními subsystémy: trať (INS), napájení (ENE), zabezpečení (CCS) a vozidla (RST). Správné fungování železnice je dáno souladem všech čtyř jejích strukturálních subsystémů. Systémový přístup je nutností, a to i při řešení hlučnosti železniční dopravy. Jeho základem je znalost a řešení nikoliv jen jednotlivých izolovaných subsystémů, ale celku. K tomu je přínosem vzájemná výměna informací mezi odborníky z různých oborů. K tomuto dialogu je konference Rychlost s tichostí velmi prospěšná.

Literatura:

Systémové řešení hluku železniční dopravy, Jiří Pohl,
Vědeckotechnický sborník ČD č. 34/2012
Rychlá železniční osobní doprava, díl třináctý, Jiří Pohl,
Železniční magazín 2009, č. 4, s. 15 – 19.

Abstrakt

Jiří Pohl Systémové řešení hluku železniční dopravy;
konference RYCHLOST S TICHOSTÍ, Plzeň 2015.

Vliv vývoje na straně vozidel na charakter hluku železnice. Vliv vývoje na straně provozu vlaků na charakter hluku železnice. Koordinace opatření na straně vozidel a na straně infrastruktury k eliminaci hluku valení. Zásadní přínos pevné jízdny dráhy pro snížení poruchovosti vozidel. Ztišení současné železnice jako důležitý faktor pro získání souhlasu obyvatelstva s výstavbou nových tratí.

Klíčová slova

Hluk, valení, vozidlo, pevná jízdny dráha.

Abstract

How the development of vehicles influences the character of railway noise. How the development of trains' operation influences the character of railway noise. Coordination of measures at vehicles and infrastructure to eliminate rolling noise. The essential contribution of a fixed runway to reduce vehicles' failure. A reduction of recent railway noise is an important factor to win inhabitants for a construction of new tracks.

Keywords

Noise, rolling, vehicle, fixed runway.