

Jan Hlaváček

Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Hluk“

Klíčová slova: *Interoperabilita, hluk, TSI, životní prostředí, Směrnice EU*

1 Úvod

Základní princip „trvale udržitelného rozvoje“ proklamovaný jako klíčový princip v rámci Evropské unie vyžaduje nové, inovované přístupy k volnému pohybu osob, zboží a materiálu v rámci nyní rozšířené Evropské unie. Předpokládaný nárůst dopravy při zachování šetrného přístupu k životnímu prostředí chce EU řešit revitalizací železniční dopravy, která jako šetrnější k životnímu prostředí na sebe vezme podstatnou část nárůstu dopravních kapacit. V tomto smyslu byly formulovány hlavní zásady evropské dopravní politiky EU.

Směrnice 2001/16/ES „TSI pro konvenční vozidla“ má připravit podmínky pro jednotný trh v oblasti železniční dopravy celé evropské železniční sítě na tržních principech. Cílem je trvale udržitelný rozvoj přednostním použitím způsobů dopravy šetrnějších k životnímu prostředí. Významným průvodním atributem všech druhů dopravy i lidské činnosti jsou hlukové emise.

2 Charakteristika hluku z železniční dopravy

Železniční provoz jako druh dopravy je obecně považován za šetrnější k životnímu prostředí, než je doprava silniční nebo letecká. I z hlediska „rušivosti“ (obtěžování) hlukovými emisemi je železniční doprava méně rušivá při stejné ekvivalentní hladině akustického tlaku než silniční doprava a ta je zas méně rušivá než doprava letecká. Vyplyvá to z charakteru a frekvenčního rozsahu hlukových emisí. Zatímco hladina akustických emisí například z dálničního provozu se během ekvivalentní hodinové hladiny téměř nemění, hladina akustického tlaku z železniční dopravy se skládá z jednotlivých průjezdů vlaků, mezi nimiž klesá hladina na úroveň pozadí.

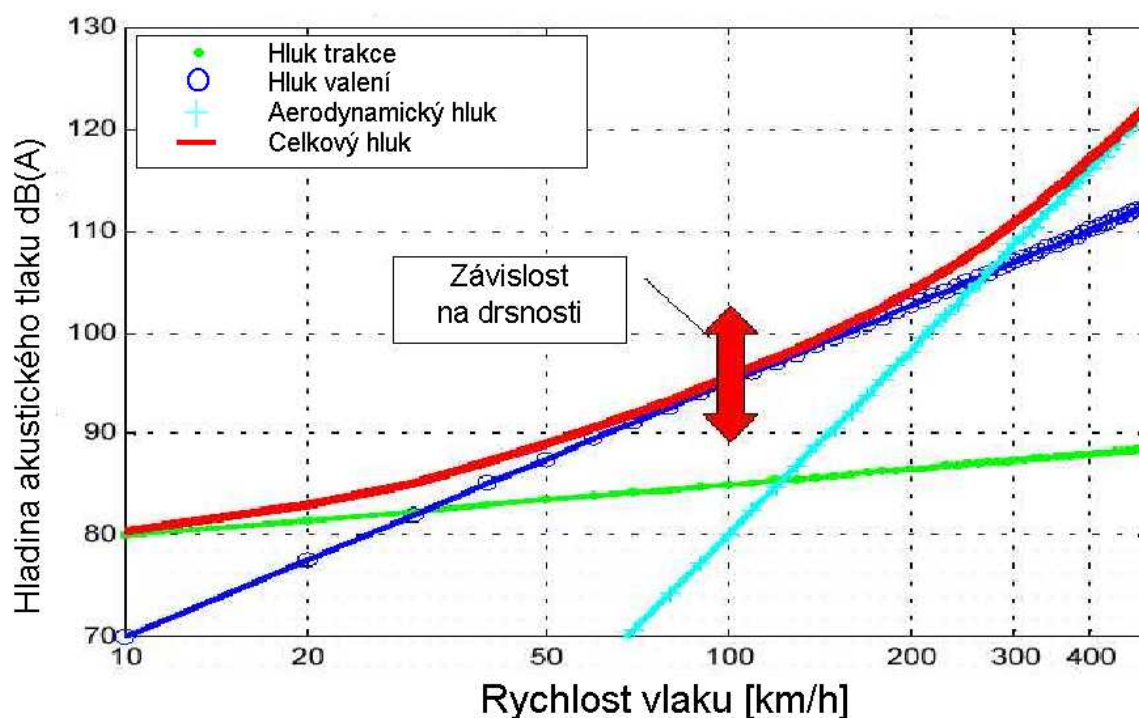
Ze studie vypracované pro Evropskou komisi v rámci činnosti pracovní skupiny Dávka/účinek (WG2 – Dose/Effect) pod názvem „Interim position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance“ vyplývá, že rozdíl v rušivosti mezi silniční a železniční dopravou činí cca 5 dB(A) ve prospěch železniční dopravy a dále silniční doprava je zhruba o 5 dB(A) méně rušivá než je doprava letecká. Tato skutečnost je obecně známa a je příčinou určitého zvýhodnění železniční dopravy, co se týče nastavení limitních hodnot v mnoha evropských i mimoevropských zemích. Toto zvýhodnění je mezi železničními specialisty poněkud nepřesně pojmenováno jako „railway bonus“.

Ing. Jan Hlaváček, nar. 1944, absolvent ČVUT – Fakulta elektro – Technická kybernetika – Měřicí technika. Zaměření: měření hluku, vibrací, dynamiky kolejových vozidel. Člen Expertní skupiny „Hluk“ UIC. Člen hlukové a vibrační komise ČD při O28 GR ČD.

Je pochopitelné, že postup při výpočtu hlukové expozice musí tento charakter hlukových emisí respektovat.

Samotný hluk z železničního provozu lze rozdělit zhruba do tří složek. Je to hluk trakce, hluk valení a aerodynamický hluk.

V dalším obrázku je uveden graf znázorňující všechny tyto jednotlivé hlukové složky v závislosti na rychlosti a jejich podíl na celkových hlukových emisích.



Obr. 1 Podíl hlavních zdrojů hlukových emisí na celkovém hluku.

Při rychlostech nižších než 60 km/h je často dominantní hluk trakčních motorů nebo pomocných systémů. V tomto případě se hladina hluku s rychlostí nemění vůbec nebo jen málo a závislost je v rozsahu $0 - 20 \log V$.

Ve středním rychlostním pásmu, t.j. 60 - 200 km/h, je obvykle dominantní hluk valení, který je pak závislý na drsnosti povrchu kol a kolejnic. Rychlostní závislost se pak pohybuje v rozsahu $20 - 30 \log V$.

Při vysokých rychlostech nad 200 km/h začíná dominovat aerodynamický hluk a rychlostní závislost se pak pohybuje v rozsahu $50 - 70 \log V$.

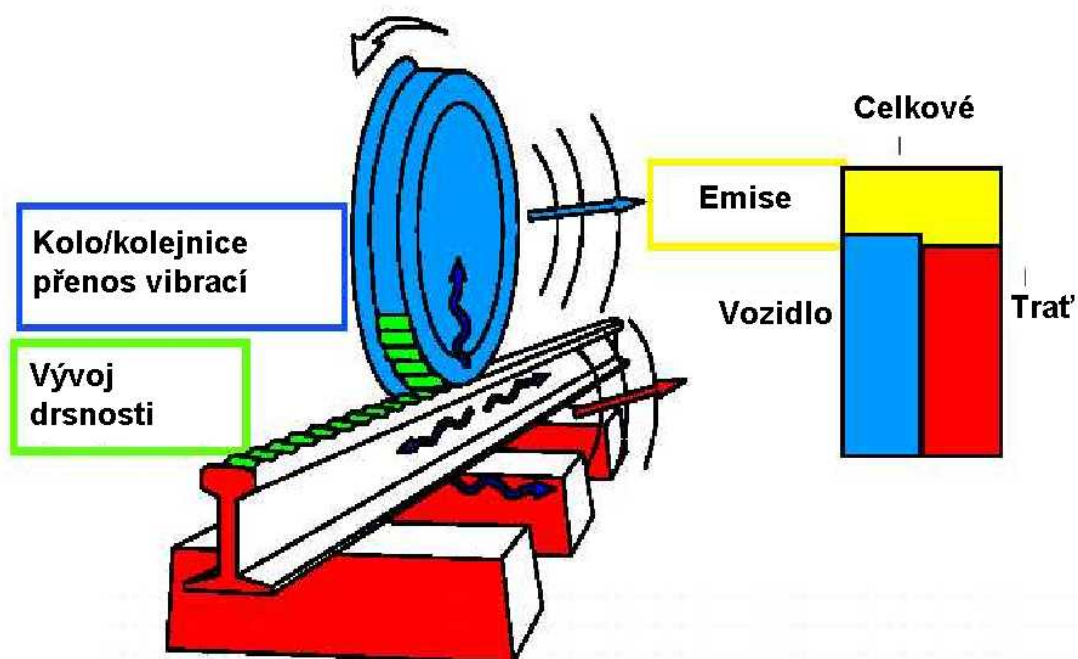
2.1 Hluk trakce

Hluk trakčních motorů je dominantní při rychlostech do cca 60 km/h a s rychlostí se téměř nemění. Výrazně vyšší hlukové emise jsou u nezávislé trakce, kde jsou hnací vozidla poháněna většinou dieslovým motorem. V tomto případě jsou akustické emise závislé více na okamžitých otáčkách motoru než na rychlosti průjezdu.

Důležitý je poznatek, že při těchto rychlostech a stejně tak při rozjezdu jsou hlukové emise hnacích vozidel nezávislé trakce výrazně vyšší než u elektrické trakce.

2.2 Hluk valení

V rozsahu cca 60 – 200 km/h tj. ve středním rychlostním pásmu a tedy i ve velké většině posuzovaných případů je dominantní hluk valení, který vzniká interakcí nerovností na povrchu kola a kolejnic. V následujícím obrázku je schématicky znázorněn mechanismus vzniku hluku valení.

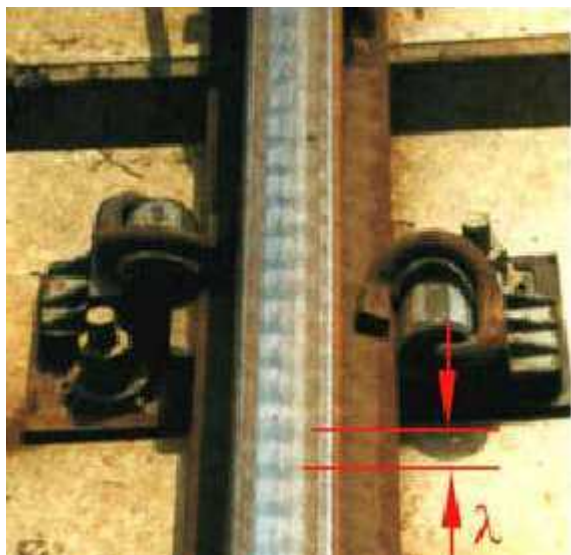


Obr. 2 Vývoj, přenos a emise hluku valení

Pro hluk valení je dominantní z hlediska akustických emisí takzvaná drsnost koleje a oběžných ploch kol. Z interakce nerovností (drsnot) kola a kolejnice vzniká hluk valení, který je dominantní v rychlostním pásmu cca 60 – 200 km/h.

Zde je nutno zdůraznit, že protihlukové úpravy na vozidle, které bude provozováno na drsné koleji, budou neúčinné, protože v tomto okamžiku se stanou emise z trati dominantní. V extrémním případě může rozdíl mezi hladkou kolejí a tak drsnou kolejí, že je na ní možno pozorovat vlnkovitost, činit až 20 dB(A).

Pro ilustraci na následujících obrázcích jsou uvedeny typické případy hladké a vlnkovité koleje.



Obr. 3 Příklad povrchu vlnkovité kolejnice

Na obrázku je typický příklad vlnkovité koleje s vyznačením vlnové délky a na dalším obrázku je příklad hladké koleje z koridoru. Drsnost kolejnic je hlavním ovlivňujícím parametrem akustických emisí vznikající valením kola po kolejnici. První zásadou pro účinnost všech protihlukových opatření na vozidle je udržovat povrch kolejnic co nejhladší a tím minimalizovat příspěvek tratě. V celkových hlukových emisích je trať dominantní téměř ve všech případech ve frekvenčním pásmu do 1500 Hz.

Mechanismus vzniku zvýšené drsnosti povrchu kolejnic až do vlnkovatosti ještě není plně prozkoumán, ale nepochybně k tomu dochází tam, kde se vozidlo rozjíždí, brzdí, v blízkosti výměn a křížení.



Obr. 4 **Příklad povrchu hladké kolejnice z koridoru**

Dalším klíčovým přispěvatelem pro hluk valení je drsnost oběžných ploch kol. Tam jednoznačně je hlavní příčinou zvyšování drsnosti brzda s klasickým brzdovým špalíkem z šedé litiny. Tam, kde brzdící účinek není aplikován na oběžné plochy kol, tj. u vozů

s kotoučovou brzdou, zůstávají oběžné plochy kol hladší a příspěvek akustických emisí je nižší.

2.3 Aerodynamický hluk

Aerodynamický hluk je dominantní při rychlostech nad 200 km/h, takže pro TSI konvenčních vozidel není relevantní. Významnými zdroji hluku při vysokých rychlostech je pantograf, nekapotované podvozky a turbulence při nedostatečně aerodynamickém tvaru vozidla.

3 Návrh směrnice 2001/16/ES “TSI pro konvenční vozidla – hluk”

Návrh TSI se týká subsystému vozidel a pokrývá hluk emitovaný nákladními vozy, hnacími vozidly, ucelenými jednotkami a osobními vozy. Platnost se předpokládá pro transevropskou železniční síť. Charakterizuje subsystémy a stanoví požadavky na hlukové emise. Základní rozdělení z hlediska hluku je na nákladní vozy a hnací vozidla, jednotky a přípojná vozidla. TSI subsystému hluk obsahuje požadavky na hlukové parametry vozidel rozdělených následujícím způsobem.

3.1 Nákladní vozy

Hlukové emise nákladních vozů jsou rozděleny na hluk vozu za jízdy podél pevného stanoviště a stacionární hluk čili hluk vozidla za stání. Základní normou stanovující metodiku měření je prEN ISO 3095:2001.

3.1.1 Limity pro vnější hluk emitovaný vozidlem za jízdy podél pevného stanoviště

Nejvíce ovlivňujícím faktorem je hluk valení způsobený “drsností” oběžných ploch kol a povrchu kolejnice. Limitní hodnoty jsou uvedeny pro $L_{pAeq,Tp}$ a měřicí stanoviště 7.5 m od středu bližší kolejnice a 1.2 ± 0.2 m nad temenem kolejnice.

Důležitým parametrem pro stanovení limitu je počet náprav na metr. Dostaneme jej tak, že délku vozu přes nárazníky vydělíme počtem náprav. Na příklad čtyřnápravový vůz o délce 12.5 m má apl (axle per unit length) 0.32 a podle velikosti apl se stanoví limity podle následující tabulky.

| Typ vozu | $L_{pAeq,Tp}$ |
|--|-------------------------|
| Nové vozy s apl $\leq 0.22 \text{ m}^{-1}$ při 80 km/h | $\leq 83 \text{ dB(A)}$ |
| Rekonstruované vozy s apl $\leq 0.22 \text{ m}^{-1}$ při 80 km/h | $\leq 85 \text{ dB(A)}$ |
| Nové vozy s apl $> 0.22 \text{ m}^{-1}$ při 80 km/h | $\leq 85 \text{ dB(A)}$ |
| Rekonstruované vozy s apl $> 0.22 \text{ m}^{-1}$ při 80 km/h | $\leq 87 \text{ dB(A)}$ |

Základní rychlostí pro měření je 80 km/h a maximální rychlost, pokud nepřesáhne 200 km/h. Hodnoty naměřené při maximální rychlosti měřeného vozidla je nutno před porovnáním s limitními hodnotami přepočítat podle následující rovnice.

$$L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30 \cdot \log(v/80 \text{ km/h})$$

V poslední odsouhlasené verzi není výše uvedená tabulka mezních hodnot uvedena. Vzhledem k obtížně dosahovanému konsensu při stanovování těchto hodnot, budou možná tyto navržené hodnoty ještě korigovány na základě výsledků doposud realizovaných hlukových měření vozů s nekovovým brzdovým špalíkem typu „K“. V každém případě změny nebudou patrně příliš významné a v žádném případě nebudou mezní hodnoty dosažitelné s vozy opatřené brzdovým špalíkem z šedé litiny.

3.1.2 *Limity pro vnější hluk emitovaný vozidlem za klidu*

Pro všechny nákladní vozy je limit $L_{pAeq,Tp}$ stanoven $\leq 65 \text{ dB(A)}$. Metodika měření podle prEN ISO 3095:2001.

3.2 *Hnací vozidla, jednotky a přípojná vozidla*

Hluk emitovaný těmito typy vozidel je rozdělen na stacionární hluk (hluk vozidla za klidu), hluk vozidla při rozjezdu, hluk emitovaný vozidlem při průjezdu ustálenou rychlostí podle pevného stanoviště a hluk v kabině strojvedoucího.

Stacionární hluk je nejvíce ovlivňován pomocnými zařízeními na vozidle, jako jsou kompresory, chladicí systémy a klimatizace. Hluk při rozjezdu je kombinací hluku trakce a hluku valení za přispění pomocných zařízení v činnosti. Hluk vozidla při průjezdu podél pevného stanoviště je nejvíce ovlivněn hlukem valení.

Hnací vozidla i jednotky jsou dále rozlišeny podle typu pohonu na elektrické a dieselelektrickým pohonem.

3.2.1 *Limity pro vnější hluk emitovaný vozidlem za jízdy podél pevného stanoviště*

Nejvíce ovlivňujícím faktorem je hluk valení způsobený „drsností“ oběžných ploch kol a povrchu kolejnice. Limitní hodnoty jsou uvedeny pro $L_{pAeq,Tp}$ a měřicí stanoviště 7,5 m od středu bližší kolejnice a $1,2 \pm 0,2$ m nad temenem kolejnice. Základní normou je prEN ISO 3095:2001.

Limitní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

| Vozidlo | $L_{pAeq,Tp}$ |
|---------------------------|-------------------------|
| Elektrické lokomotivy | $\leq 85 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické lokomotivy | $\leq 85 \text{ dB(A)}$ |
| Elektrické jednotky | $\leq 81 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické jednotky | $\leq 82 \text{ dB(A)}$ |
| Osobní vozy | $\leq 80 \text{ dB(A)}$ |

Základní rychlosti pro měření je 80 km/h a maximální rychlost, pokud nepřesáhne 200 km/h. Hodnoty naměřené při maximální rychlosti měřeného vozidla je nutno před porovnáním s limitními hodnotami přepočítat podle následující rovnice.

$$L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30 \cdot \log(v/80 \text{ km/h})$$

3.2.2 *Limity pro vnější hluk emitovaný vozidlem za klidu*

Limity pro stacionární hluk jsou uvedeny v následující tabulce.

| Vozidlo | $L_{pAeq,Tp}$ |
|---------------------------|-------------------------|
| Elektrické lokomotivy | $\leq 75 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické lokomotivy | $\leq 75 \text{ dB(A)}$ |
| Elektrické jednotky | $\leq 68 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické jednotky | $\leq 73 \text{ dB(A)}$ |
| Osobní vozy | $\leq 65 \text{ dB(A)}$ |

Metodika měření podle prEN ISO 3095:2001.

3.2.3 *Limity pro vnější hluk vozidla při rozjezdu*

Hluk při rozjezdu je kombinací hluku trakce a hluku valení za přispění pomocných zařízení v činnosti. Limitní hodnoty jsou uvedeny pro L_{pAFmax} a měřicí stanoviště 7.5 m od středu bližší kolejnice a 1.2 ± 0.2 m nad temenem kolejnice. Základní normou je prEN ISO 3095:2001.

Limitní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

| Vozidlo | L_{pAFmax} |
|---------------------------|-------------------------|
| Elektrické lokomotivy | $\leq 82 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické lokomotivy | $\leq 86 \text{ dB(A)}$ |
| Elektrické jednotky | $\leq 82 \text{ dB(A)}$ |
| Dieselektrické jednotky | $\leq 83 \text{ dB(A)}$ |

3.2.4 Hladina vnitřního hluku v kabině strojvedoucího

Vnitřní hluk v prostoru pro cestující není považován za interoperabilní prvek. Nicméně hluk v kabině strojvedoucího je považován za důležitý i když se systémově vymyká z celkového pojetí TSI.

Metodika měření musí být vypracována podle normy prEN ISO 3381, použitý deskriptor je $L_{pAeq,Tp}$. Limitní hodnota je stanovena na **78 dB(A)**, pro maximální rychlost vozidla. Limitní hodnoty jsou také stanoveny pro hladinu hluku výstražných houkaček pronikající do kabiny strojvedoucího na **95 dB(A)** (po dobu 5 sek).

4 Problémy vyplývající z požadavků směrnice

4.1 Registr kolejových vozidel

Mezi požadavky TSI patří i vytvoření registru železničních vozidel. Do registru vozidel budou zařazena přednostně vozidla, která by měla být interoperabilní a pravděpodobně i vozidla, která nikdy nesplní podmínky pro interoperabilitu. Bez ohledu o jaké vozidlo se jedná, co se týče akustických parametrů vozidel, tak u drtivé většiny vozidel nejsou tyto parametry známy, nebo jsou neúplné. Ve většině případů byly tyto parametry vozidel získány za podmínek, které nejsou kompatibilní s podmínkami stanovenými v TSI.

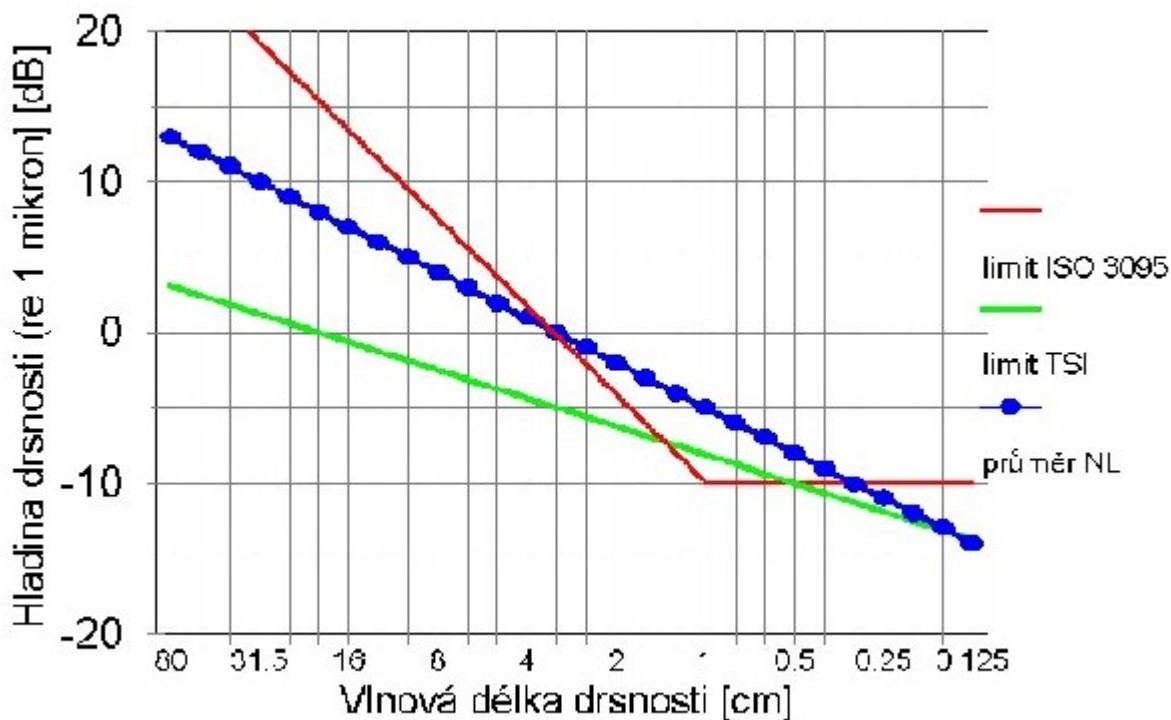
Akustické parametry vozidel jsou součástí schvalovacího procesu pouze několik posledních let a jsou známy pouze u vozidel, které byly zásadním způsobem rekonstruovány, nebo u nových vozidel, a to pouze u vozidel, které byly zkoušeny ČD VÚŽ a jsou zařazeny v jejich interní databázi. I v těchto několika případech byla metodika měření vypracována podle ISO 3095 a nebyly uvažovány odchylky od ISO 3095 požadované v TSI.

4.2 Referenční kolej

Zásadní požadavek TSI je realizace měření na zvláštní referenční trati, jejíž akustické parametry jsou známy a definovány s ohledem na minimální akustický příspěvek. Referenční kolej má vlastnosti, které jsou těžko nebo vůbec nedosažitelné na normálně provozované trati.

Zejména je to požadavek na drsnost povrchu kolejnice. V následujícím obrázku jsou znázorněny limitní hodnoty pro drsnost povrchu kolejnice podle PrEN ISO 3095, podle požadavků TSI a pro úplnost i průměrná drsnost na síti holandských železnic NL.

Limity drsnosti povrchu kolejnic



Jak je s grafu patrné, požadované limity TSI (zelená čára) jsou téměř v celém frekvenčním pásmu přísnější, než již tak dosti tvrdé limity podle ISO (červená čára). Lze předpokládat, že se průměrná drsnost na NL (modře) asi tak blíží reálným podmínkám na evropské síti.

Pro velké výrobce asi nebude problém vytvořit referenční kus trati, která bude tyto požadavky splňovat možná ještě s velkou rezervou (nejsou zakázány žádné další protihlukové aplikace na trati). Potom investice do této referenční koleje ušetří investice do vozidla, protože na této koleji snadno splní limity při minimálních úpravách (v podstatě jen kotoučová brzda). Na trati se mohou výsledky lišit až o 5 i více dB(A). Může se stát, že monitorovací stanice vozidlo vyhodnotí jako nevyhovující a výrobce se bude bránit postihu s tím, že vozidlo vyhovělo. Může následovat spor s infrastrukturou a podobně. Další právně nejasnou věcí je, zda může i nezávislý subjekt použít ke zkouškám infrastrukturu patřící výrobcům. Provozovatel kolejové dopravy nebo nezávislá organizace či majitel infrastruktury není nijak nucen k investicím do referenční koleje, pokud zrovna nemá k dispozici např. zkušební okruh (odpovědnost za schválení vozidla je na výrobcích). Co třeba potom otázka periodických prohlídek vozidel zda stále splňují předepsané parametry, k čemuž vývoj směřuje (podobně jako u silničních vozidel). Daleko efektivnějším řešením by byla realizace zkoušek na běžně provozované trati nebo i na zvláštní trati, ale bez přísných kritérií a na základě drsnosti koleje třeba v určitých pásmech přidělovat k naměřeným celkovým emisím příslušné bonusy, či malusy. To by učinilo výsledky vzájemně porovnatelnými a realistickými i pro normální provoz.

4.3 *Novela TSI pro vysoké rychlosti*

Další věcí je nesrovnalost v TSI. V TSI pro konvenční vozidla je limitní hranice pro konvenční vozidla 200 km/h včetně. Vozidla s vyšší maximální rychlostí jsou považována za vysokorychlostní. V návrhu novelizovaných TSI pro HS, které tedy vychází z TSI pro konvenční vozidla, je posunuta tato hranice na 190 km/h z bývalých 200 km/h. To může dělat problémy při schvalování CDT 680 Pendolina, kde je maximální rychlost 200 km/h a mělo by to být konvenční vozidlo. Podle nového návrhu by pak spadalo do kategorie vysokorychlostního vozidla a teoreticky by se mohlo stát, že by se schvalovací proces musel dělat podle obou TSI. Zdá se, že proti posunu rychlostní hranice zpět na 200 km/h panuje nějaký odpor. V zájmu ČD je nyní mít tuto hranici na 200 km/h.

4.4 *Přidané deskriptory pro hnací vozidla*

Požadavkem navíc je měření vnějšího hluku vozidla při rozjezdu, které není standardní součástí typové zkoušky. Nepatří mezi základní měření, pouze mezi doplňková měření. Celková doba provozu vozidla při rozjezdu není taková, aby nějakým způsobem významně ovlivnila celkové akustické emise. V případě, že akustický příspěvek vozidla za rozjezdu je považován za tak významný, aby byl zařazen do požadavků TSI, měly by být v TSI zařazeny i požadavky na emisní vlastnosti vozidel při brzdění. To představuje daleko významnější podíl na celkových akustických emisích vozidla, a to se vztahuje i na přípojná vozidla (skřípání brzd).

4.5 *Akustické parametry vozidel v síti ČD*

U drtivé většiny ostatních vozidel v provozu, ať už aspirují o zařazení do interoperability či nikoliv, nejsou jejich akustické parametry známy vůbec.

Nicméně, i když tyto informace nejsou známy přesně, lze odhadnout možnosti splnění požadavků TSI s akustického hlediska.

4.6 *Nákladní vozy*

Co se týče nákladních vozů, tak už z principu je vyloučeno a v TSI je to i několikrát zmíněno, aby hlukové limity vnějšího hluku vozu za jízdy kolem pevného stanoviště pro nákladní vozy splnil vůz vybavený klasickou brzdou s brzdovými špalíky z šedé litiny. U těchto vozidel jsou akustické emise hluku valení tak vysoké vlivem drsnosti povrchu oběžných ploch kol, že žádný nákladní vůz s tímto typem brzdy požadované limity nesplní.

Limity pro stojící vozidla budou patrně splnitelné bez problémů.

4.7 *Elektrická hnací vozidla*

Z elektrických hnacích vozidel, které jsou v provozu na ČD, nemá žádná lokomotiva naději splnit požadované limity bez podstatné rekonstrukce. Vzhledem k tomu, že všechna tato hnací vozidla jsou vybavena špalíkovou brzdou s brzdovými špalíky z šedé litiny, platí pro ně totéž co pro nákladní vozy. Teoreticky by mohla požadavky splnit snad jedině elektrická lokomotiva řady 151, který je vybavena brzdovými špalíky sinter-metal, takže oběžné plochy kol by měly být hladší. Nicméně akustické parametry vozidla nejsou známy, takže je to pouhá spekulace založená na teoretických předpokladech.

Limity pro rozjezd budou také těžko splnitelné, ale to je opět pouze spekulace.

Limity pro stojící vozidlo by měly být splněny.

Limity požadované pro kabinu strojvedoucího budou splněny. Limit 78 dB(A) je požadován i v naší legislativě a je povětšinou splnitelný.

4.8 *Dieselektrická hnací vozidla*

U dieselektrických lokomotiv je situace ještě horší než u elektrických hnacích vozidel. Nehledě na typ brzdy, přidává se ještě k celkovým akustickým emisím i hluk trakce. Dalším faktorem je i stáří těchto vozidel a nedostatečná údržba. Řada těchto vozidel je provozována s nedostatečnými tlumiči výfuku motorů, protože na řádnou údržbu chybí finanční prostředky.

Limity pro rozjezd a stojící vozidlo nebudou splnitelné též.

Limity požadované pro kabinu strojvedoucího budou pravděpodobně též splněny. Limit 78 dB(A) je požadován i v naší legislativě a je povětšinou splnitelný.

4.9 *Elektrické jednotky*

U elektrických jednotek mají naději splnit požadované limity pouze jednotky vybavené kotoučovou brzdou, což je pouze jednotka ř. 471, která však pravděpodobně nebude interoperabilní, a jednotka CDT 680 "Pendolino", která je ale teprve ve zkouškách.

U těchto řad vozidel lze předpokládat splnění limitů i pro rozjezd a za stání.

4.10 *Přípojná vozidla*

Z přípojných vozidel (osobních vozů) pravděpodobně splní požadavky TSI bez problémů pouze vozy vybavené kotoučovou brzdou a moderním pojezdem (podvozky GP 200, či GP 350). Vozy se špalíkovou brzdou požadované limity nespĺní.

Limity požadované pro vozidlo za stání bude splnitelné i pro vozy se špalíkovou brzdou.

5 Cesty k řešení výše uvedených problémů

5.1 Registr kolejových vozidel

V první řadě je nutné naplnit registr vozidel požadovanými údaji o akustických parametrech. Teprve na základě těchto informací bude možno vytipovat vozidla, která mohou splnit požadované limity. Doplnění těchto údajů do registru bude vyžadovat měření akustických parametrů těchto vozidel až u celé škále, či pouze doplnění chybějících údajů. Měření musí být realizováno na základě metodiky, která bude brát v úvahu odchylky od ISO 3095 stanovené v TSI.

Naplnit alespoň částečně navrhovaný registr vozidel o chybějící akustické parametry bude možné cestou řešení úkolů ÚTR, náklady na jejich řešení pokryt sružením prostředků GŘ ČD, MDS a použití prostředky přidělení MDS z EU. Řešitelem tohoto úkolu může být logicky ČD VÚŽ, které se touto problematikou zabývá dlouhodobě, má na tento druh zkoušek akreditaci ČIA (Český institut pro akreditaci) a výsledky těchto akreditovaných zkoušek jsou přijímány všude v Evropě včetně EBA (německý Drážní úřad). ČD VÚŽ bude nadto v dohledné době notifikován jako autorizovaná osoba („Notified Body“) právě pro schvalování komponentů v rámci TSI.

5.2 Referenční kolej

V případě, že se nepodaří změnit TSI tak, aby byly zmírněny podmínky pro referenční trať a limitní hodnoty zůstanou nezměněny. Referenční trať, která je předepsána v TSI, by bylo možno realizovat na Experimentální základně ČD VÚŽ v Cerhenicích. Na této trati (zadní přímá na VZO) byla doposud realizována většina akustických měření. Bude nutno pouze zjistit chybějící charakteristiky trati jako je „drsnost“ povrchu kolejnic a dynamický útlum, jak je požadováno v TSI. V případě, že některé parametry nebudou splněny, bude nutno rekonstruovat měřicí úsek na základě parametrů uvedených v TSI s ohledem na minimální akustický příspěvek trati (hluková optimalizace).

5.3 Novela TSI pro vysoké rychlosti

Ovlivnit navržené znění TSI hluk pro vysoké rychlosti není jednoduché. V expertní skupině Hluk pro HS není žádný český zástupce. Snad by bylo možno ovlivnit tyto věci na úrovni výboru podle článku 21, kde zástupce ČR existuje. Ovšem mandát AEIF pro TSI končí a dalším zodpovědným orgánem bude ERA (Evropská železniční agentura), která bude zodpovědná za realizaci TSI. Takže stále ještě zůstává prostor, jak tyto věci ovlivnit později.

5.4 Přidané deskriptory pro hnací vozidla

Při naplňování registru kolejových vozidel nebude obtížné změřit tyto přidané parametry. Metodika je jasně stanovená, takže změření těchto dalších parametrů bude bez problémů splnitelné.

5.5 *Nákladní vozy*

Nejdůležitějším hlukovým parametrem pro nákladní vozy je limit pro vnější hluk emitovaný vozidlem za jízdy podél pevného stanoviště. Jednou z možností splnění tohoto limitu pro nákladní vozy je nákup nových vozů vybavených kotoučovou brzdou nebo nekovovým špalíkem typu “K”. Další možností je rekonstrukce stávajícího vozového parku nákladních vozů na nekovový špalík typu “K”. Realizace této rekonstrukce je uvažována i v rámci řešení “Akčního programu UIC” jako celoevropské řešení s možností finanční spolupráce EU. Některé železniční správy již k těmto rekonstrukcím přistoupily (SBB, DB).

Dalším zajímavým parciálním řešením problému by bylo použití výsledků národních výzkumných programů, úkolů ÚTR řešených v rámci ČD. Jedním z těchto výsledků je použití nekovového špalíku typu “L” na nákladních vozech vyrobených před rokem 1983 bez úpravy brzdové výstroje. Dosavadní výsledky vykazují zlepšení brzdových vlastností, snížení akustických emisí a zvýšení životnosti použitých špalíků i dvojkolí. V rámci řešení projektu ÚTR pro zlepšení brzdových vlastností některých starších nákladních vozů byl nákladní vůz typu Falls s podvozkem 26-2-8 vybaven nekovovým špalíkem typu “L” bez další úpravy brzdové výstroje, který je zobrazen na následujícím obrázku.



Obr. 6 Měřený vůz Falls při hlukových zkouškách

Pro zkoušky byly použity brzdové špalíky **FERODO 3325** vyrobené v České republice firmou Federal Mogul FD a.s. Brzdový špalík je zobrazen na dalším obrázku.



Obr. 7 Nekovový brzdový špalík typu „L“ Ferodo 3325

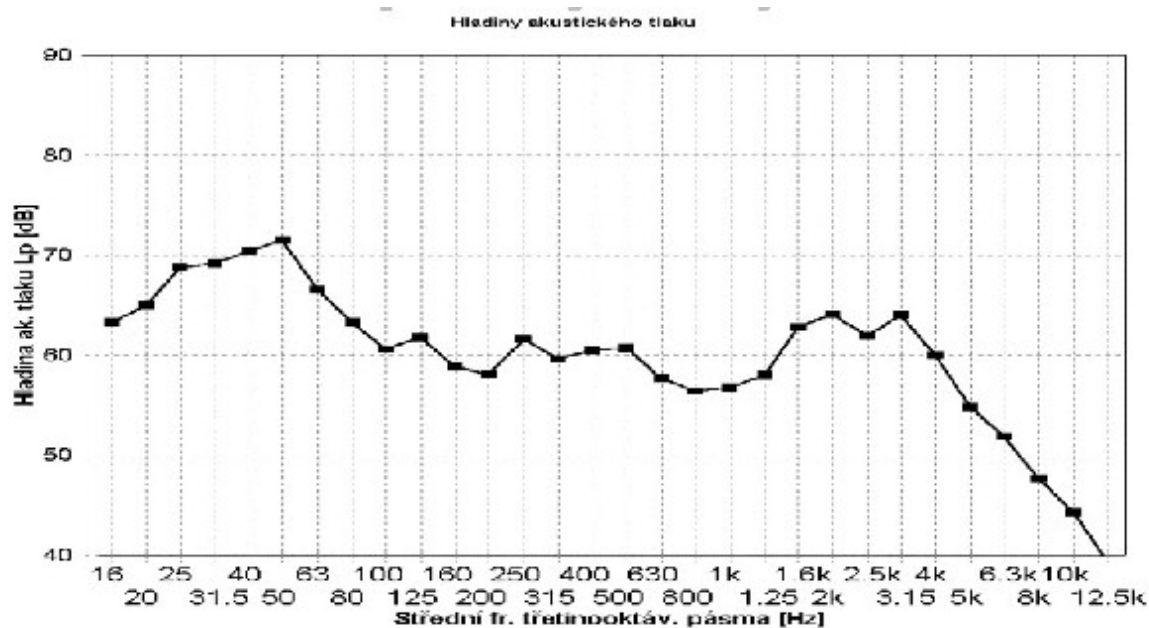
Zkoušený vůz najezdil v normálních provozních podmínkách cca 100 000 km. Poté byly změřeny jeho hlukové emise. Pro měření byla použita dvě měřicí místa, jedno ve vzdálenosti 25 m od středu koleje a ve výši 3.5 m nad temenem kolejnice, druhé ve vzdálenosti 7.5 m a ve výši 1.2 m nad temen kolejnice. V souladu s normou ISO 3095 byl jako deskriptor použit TEL (A) (Transit Exposure Level) normovaný na rychlost 80 km/h. Měřicí stanoviště bylo na přímé koleji MZO Experimentální základny ČD VUŽ.

V následující tabulce jsou naměřené výsledky :

| | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | TEL(A) [80 kmh] | TEL(A) [80 kmh] | TEL(A) [80 kmh] | TEL(A) [80 kmh] | TEL(A) [80 kmh] |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

| | 1. měř. | 2. měř. | 3. měř. | Průměr | zaokrouhleno |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 25m/3.5m | 78.75 | 77.75 | 79.15 | 78.55 | 79 |
| 7.5 m/1.2 m | 86.15 | 85.95 | 85.45 | 85.85 | 86 |

Pro úplnost je v následujícím obrázku uvedena i frekvenční analýza v třetinooktávovém pásmu.



Obr. 8 Výsledky frekvenční analýzy v třetinooktávovém pásmu

I když původním cílem projektu bylo zdokonalení brzdových vlastností zmíněného vozu, se použitím nekovového špalíku objevil zajímavý sekundární účinek v podobě podstatného snížení hlukových emisí.

V Evropě obvyklá hodnota hlukových emisí čtyřnápravových nákladních vozů ve vzdálenosti 25 m od středu trati činí **88 dB(A)** (studie ERRI a Hluková databáze ČD), respektive **95 dB(A)** na 7.5 m, pak naměřené výsledky **79 dB(A)** resp. **86 dB(A)** představují významné snížení hlukových emisí o **9 dB(A)**. Tato hodnota byla dosažena bez jakýkoliv dalších úprav na voze, který je starší výroby a z hlukového hlediska s větším příspěvkem než vozy s novějšími podvozky modernější konstrukce.

Za zmínku stojí, že takto vybavený vůz by splnil i limity v TSI pro konvenční vozidla pro rekonstruované nákladní vozy ($L_{pAeq,TP} = 87 \text{ dB(A)}$ na 7.5 m). Zavedení tohoto typu brzdových špalíků do provozu ve větším měřítku lze z hlediska ochrany životního prostředí jenom doporučit.

Závěrem lze tedy konstatovat, že při zkušebním měření akustických parametrů, měřený vůz vybavený tímto typem špalíku a po ujetí cca 100 000 km v běžném provozu, splňoval požadavky TSI pro tento typ vozu.

Paralelně s rekonstrukcemi musí probíhat postupná obměna vozového parku novými vozidly, která již budou požadavky TSI splňovat. Nezbytnou podmínkou je vybavení vozů brzdou s nekovovým špalíkem typu „K“, které výrobci již běžně nabízejí a po případě uvažovat o náhradě alespoň části nákladního vozového parku vozy s kotoučovou brzdou.

Stacionární hluk ve většině případů nebude problémem.

5.6 *Elektrická hnací vozidla*

Hnací vozidla - stávající elektrické lokomotivy - TSI nesplní. Je nutné měřením ověřit, zda by limity mohla splnit elektrická lokomotiva ř. 151, vybavená sintermetalovým nekovovým špalíkem. V případě úspěšného výsledku by se dalo uvažovat o vybavení dalších řad lokomotiv tímto typem nekovového špalíku. Další varianta je nekovový špalík typu „K“, některý z typů schválený UIC, po případě hledat další možnosti cestou úkolů technického rozvoje.

Samotné rekonstrukce stávajících lokomotiv řešením nejsou. Bude nutno přistoupit k nákupu nových strojů, které již budou mít splněny všechny požadavky interoperability. Z hlediska hluku je to zejména kotoučová brzda, optimalizace hluku hnacích motorů, ventilátorů a pomocných pohonů. Pomůže i aerodynamické řešení skříně lokomotivy.

Stacionární hluk nebude pravděpodobně problém, stejně tak i vnitřní hluk v kabině strojvedoucího. Hluk při rozjezdu bude zřejmě podmíněn příslušnými úpravami. Ve většině případů, když jsou splněny limity pro režim s ustálenou rychlostí, limity pro rozjezd jsou splnitelné též.

5.7 *Dieselektrická hnací vozidla*

Dieselektrické lokomotivy by musely být nové konstrukce s kotoučovou brzdou (např. Vossloh G 2000), stávající lokomotivy v provozu na ČD nesplní limity předepsané v TSI. V tomto případě jsou i možnosti rekonstrukčních úprav velmi omezené. Snad by pomohlo vypracování studie proveditelnosti, v jejímž rámci by mohly být analyzovány možnosti splnění požadavků TSI (a nejenom hlukových) pro dieselektrické lokomotivy staršího typu, jejichž zbytková životnost by případnou rekonstrukcí učinila efektivní.

Vnitřní hluk v kabině strojvedoucího je splněn ve většině i nerekonstruovaných vozidel.

Stacionární hluk a hluk při rozjezdu bude stejným problémem jako hluk při jízdě ustálenou rychlostí.

5.8 *Přípojná vozidla*

Přípojná vozidla vybavená kotoučovou brzdou by měla splnit požadavky TSI bez větších problémů. U ostatních vozidel se špalíkovou brzdou je to opět otázka rekonstrukce brzdy na nekovový špalík.

U jednotek je klíčová, jako ostatně u všech vozidel brzdová výstroj. Jediným řešením je kotoučová brzda.

Stacionární hluk bude splněn i u vozů se špalíkovou brzdou.

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

Výše uvedená TSI neobsahuje žádné požadavky na infrastrukturu. Ovšem příspěvek trati nelze pominout, protože hlukové emise se skládají vždy s příspěvkem trati i vozidla. Investice do rychlostních koridorů umožnila minimalizovat příspěvek trati v rámci běžného železničního provozu. Hlukové emise vyzařované tratí jsou převážně dominantní na frekvencích pod 2 kHz a jsou silně závislé na tuhosti podložek pod patou kolejnice. To je jeden z parametrů, který má velký vliv na hlukový příspěvek trati. Jedná se o moderní konstrukci trati s pružným upevněním bez podkladnic. Důležité je udržovat hladký povrch kolejnic a nezanedbávat údržbu. Tím se bude minimalizovat akustický příspěvek tratě a případné akustické optimalizace na vozidlech budou daleko efektivnější.

Příspěvek trati je možno uvažovat jako významný ve středním rychlostním pásmu 60 – 200 km/h, kde je dominantní hluk valení.

Kromě koridorových tratí je do registru infrastruktury zahrnuto množství tratí s konstrukcí staršího typu. Stará konstrukce upevnění s podkladnicemi bez pružných podložek způsobuje téměř bezútlumový přenos vibrací z kolejnice do pražců, což opět zřetelně zvyšuje akustické emise trati.

Velký rozdíl v akustických emisích působí stykovaná kolej, kde přejezdem přes styky vznikají významné akustické špičky, tzv. „kročejevý hluk“.

Další parametry mají poměrně malý vliv např. emise kolejnice S49 jsou nižší než např. R65, vzhledem k menší vyzařovací ploše.

Nejvíce citlivým parametrem kromě rychlosti je drsnost povrchu kolejnic.

Na vozidlech je klíčový přístup k nákladnímu vozovému parku. Akustický příspěvek z nákladní dopravy je dominantní. Řešením je nekupovat již žádné nové nákladní vozy s litinovým špalíkem a postupně přistoupit k rekonstrukcím v intencích předchozí kapitoly.

U přípojných vozidel zvyšovat počet vozů s kotoučovou brzdou, nezanedbávat údržbu a po případě rekonstruovat starší vozy.

Hnací vozidla jsou nejtěžším oříškem. Bude nutno pořizovat nová vozidla a stávající nechat dožít pomocí výjimek z TSI, či na základě dvoustranných dohod mezi železničními správami.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 258. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, Ročník 2000, Sběrka zákonů Česká Republika
- [2] 502. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, Ročník 2000, Sběrka zákonů Česká Republika

- [3] Návrh Nařízení vlády ze dne 2002, kterým se mění nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [4] Draft prEN ISO 3095 (January 2001): Railway applications – Acoustic – Measurement of noise emitted by railbound vehicles (ISO/DIS 3095:2001)
- [5] Draft prEN ISO 3381 (January 2001): Railway applications – Acoustic – Measurement of noise inside railbound vehicles (ISO/DIS 3381:2001)
- [6] M. G. Dittrich (TNO) : The Applicability of prEN ISO 3095 for European Legislation on Railway Noise
- [7] DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assesment and management of environmental noise
- [8] Draft of Trans-European Conventional Rail System : TSI-CR-Noise from 25.03.2004
- [9] Directive 2001/16 – Interoperability of the trans-European conventional rail system – Presentation report of the Draft Technical Specification for Interoperability “Noise”

Praha, listopad 2004

Lektoroval: Ing. Jiří Urbánek, ředitel odboru 028 GŘ ČD