

Jan Hlaváček, Jiří Konečný, Radek Sedláček<sup>1</sup>

## **Postup implementace „TSI – hluk“ v České republice, současný stav, možnosti řešení, stanovisko dopravce**

*Klíčová slova: Interoperabilita, hluk, TSI, životní prostředí, Směrnice EU, rekonstrukce nákladních vozů, nekovový brzdový špalík*

### **1 Úvod**

Základní princip „trvale udržitelného rozvoje“ proklamovaný jako klíčový princip v rámci Evropské Unie vyžaduje nové, moderní přístupy k volnému pohybu osob, zboží a materiálu v rámci 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 Evropského parlamentu a Rady 2001/16/ES - „Interoperabilita transevropského konvenčního železničního systému“ (Interoperability of the trans-European conventional rail system) ze dne 19. března 2001 poskytuje nezbytný legislativní rámec pro splnění těchto vytyčených cílů. Směrnice předepisuje Technické specifikace pro interoperabilitu konvenčního železničního systému a tento systém je rozdělen do příslušných subsystémů.

Významným průvodním atributem všech druhů dopravy i lidské činnosti jsou hlukové emise. Z toho důvodu bylo v rámci Směrnice přijato rozhodnutí Evropské komise ze dne 23. prosince 2005 o technické specifikaci pro interoperabilitu (TSI) subsystému „Kolejová vozidla - hluk“ transevropského konvenčního železničního systému, které stanoví limitní hodnoty pro hlukové emise kolejových vozidel a stejně tak metodiku měření včetně příslušných deskriptorů. Toto rozhodnutí komise nabylo platnosti dnem rozhodnutí a účinnosti šest měsíců poté, tj. 23. června 2006.

---

<sup>1</sup> **Ing. Jan Hlaváček**, nar. 1944, absolvent ČVUT – Fakulta elektro – Technická kybernetika – Měřicí technika. Zaměření: měření hluku, vibrací, dynamiky kolejových vozidel. Člen Expertní skupiny UIC/CER „Network Noise“. Člen komise pro implementaci interoperability při O26 GŘ ČD a vedoucí pracovní skupiny „Hluk“, této komise.

**Ing. Jiří Konečný**, nar. 1973, absolvent ZČU Plzeň – Fakulta elektro, obor Dopravní elektroinženýrství se zaměřením: Elektrická trakce. Člen pracovní skupiny „Hluk“ komise pro implementaci interoperability při O26 GŘ ČD.

**Ing. Radek Sedláček**, nar. 1967, absolvent VŠDS Žilina- Fakulta strojní a elektrotechnická, obor Provoz a údržba dráhových vozidel se zaměřením Lokomotivní hospodářství. Člen studijní skupiny UIC „Pojezdy a brzdy vozidel“.

### **1.1 Základní požadavky vyplývající ze směrnice**

Základním požadavkem je bezesporu splnění akustických limitů. Každé interoperabilní kolejové vozidlo musí splnit limitní emisní hodnoty, které jsou v TSI – hluk stanoveny. Vezmeme-li v úvahu, že dominantním příspěvkem k celkovým hlukovým emisím je hluk valení je pro splnění nastavených limitů nezbytné hluk valení minimalizovat. Toho lze dosáhnout pouze hladkým povrchem hlavy kolejnice a hladkým povrchem oběžných ploch kol. Hluk způsobený přímo při brzdění není z hlediska délky působení významný a při hodnocení vozidla se zanedbává. Výsledkem je zjištění, že limity TSI – hluk nemůže v žádném případě splnit vozidlo, které je vybaveno brzdovým systémem s litinovým brzdovým špalíkem. Tímto typem špalíku je v současné době vybavena naprostá většina vozidlového parku se špalíkovou brzdou.

Vzhledem k dlouhé životnosti kolejových vozidel není finančně proveditelná masivní náhrada stávajícího vozidlového parku novými vozidly v časově únosném termínu. Zbývají tedy pouze rekonstrukce stávajících vozidel a zde se jako nejefektivnější jeví rekonstrukce brzdové výstroje a náhrada litinového brzdového špalíku, brzdovým špalíkem nekovovým.

## **2. Stanoviska a doporučení na mezinárodní úrovni**

Pro přehledný výčet stanovisek a doporučení byl jako podklad použit strategický dokument, který byl vypracován v rámci činnosti Expertní skupiny UIC/CER „Network Noise“ na základě tématických okruhů, které byly identifikovány na zasedání expertní skupiny v Londýně, v září 2006. Jsou to mezi jinými.

### **2.1 Akční plány (týkající se železnice)**

Směrnice 2002/49/ES o hluku působícím na životní prostředí požaduje, aby zodpovědné orgány členských států Unie (pro Českou republiku je to Ministerstvo zdravotnictví) nejprve připravily hlukové strategické mapy pro hlavní silnice, železnice, letiště a průmyslové aglomerace. První kolo mapování (pro aglomerace s více než 250 000 obyvateli, železniční trati s více než 60 000 průjezdy vlaků ročně) má být dokončeno do června 2007 a navazující akční plány do července 2008.

Z těchto relativně jednoduchých požadavků vyplývá pro železnici určitý počet strategických témat a otázek :

- a) Identifikace příslušných kompetentních orgánů
- b) Rozhodovací proces pro identifikaci potřebných akcí
- c) Jakým způsobem se do procesu zapojí železnice
- d) Identifikace efektivních akcí
- e) Opatření na lokální a globální úrovni
- f) Identifikace vhodných opatření (včetně nákladové analýzy)
- g) Zapojení veřejnosti do návrhů opatření

Body a – c jsou témata pro politické lobování. Jakmile bude hotovo první kolo hlukového mapování, bude jen na zodpovědnosti členských států, kde a jaké akce budou realizovány (bod b) a stejně tak bude na železnicích členských států, jakým způsobem ochrání své vlastní zájmy a jak ovlivní tento proces lobováním u příslušných státních orgánů.

Tento proces by měl být zaměřen přímo na opatření na hlavních železničních tratích (globální úroveň), ale nelze pominout železniční trati uvnitř městských a průmyslových aglomerací, kde opatření budou v kompetenci místních samosprávných orgánů.

I v případě, že bude rozhodnuto o realizaci nějaké akce, informace poskytnuté pouze hlukovými mapami nebudou dostatečné pro kvalifikované rozhodnutí, které protihlukové opatření bude nejefektivnější. V těchto případech bude nezbytné podniknout podrobnější výzkum na zmíněném místě, identifikovat hlavní zdroje hluku a na základě tohoto výzkumu zvolit optimální mix opatření.

## **2.2 Výčet ověřených a používaných protihlukových opatření**

Následující protihluková opatření jsou považována za efektivní :

- **Broušení povrchu kolejnic - pouze v případě vlnovitosti hlav kolejnic**
- **Nekovové brzdové špalíky na nákladních vozech - efektivní tam, kde je nákladní doprava dominantním zdrojem hluku – jako globální opatření (vyžaduje rekonstrukci nákladního vozidlového parku).**
- **Nízkohlučná kola (dvojkolí) - nutno identifikovat, zda je dominantní přispěvatel vozidlo nebo trať**
- **Nízkohlučná trať - efektivní pro dominantní hluk z nákladního provozu**
- **Protihlukové bariéry (stěny) – snižují hladinu hluku na straně příjemce, ale není cenově efektivní viz závěry projektu „STAIRRS“ (Strategies and Tools to Assess and Implement noise Reducing measures for Railway Systems), řešeného s podporou EU s cílem vytvořit nástroj pro hodnocení efektivity různých protihlukových opatření na železnici**

Následující výčet opatření není považován za příliš efektivní pro železnice pracující na komerčním základě :

- **Přesměrování provozu**
- **Snížení traťové rychlosti**
- **Přesunutí provozu z noci a večera na den**

## **2.3 Politické lobování**

Lobování nebo spíše politická intervence je důležitá pro udržení komerční viditelnosti železnice tím, že bude zdůrazňována **šetrnost železniční dopravy k životnímu prostředí** oproti jiným druhům dopravních módů.

Současně existují další důvody použitelné v diskusi s legislativními a státními orgány :

- **Železniční doprava je méně rušivá (obtěžující hlukem) než tatáž hladina hluku ze silnice či z letiště**
- **Na závěrečném workshopu projektu „STAIRRS“ se široké fórum účastníků složené ze zástupců legislativy, železničních operátorů, majitelů infrastruktury a výrobců kolejových vozidel shodlo na nutnosti uvolnit potřebné finanční prostředky na protihluková opatření co možná nejefektivnějším způsobem. Bylo prokázáno, že akční plán UIC pro rekonstrukci nákladního vozidlového parku je nejefektivnější první**

**stupeň pro vývoj budoucí nízkohlučné železnice. Ovšem plné financování z Evropských fondů pro tento účel nedovoluje současná Evropská legislativa.**

## **2.4 Technické řešení rekonstrukcí na nekovový špalík**

Stále zbývá vyřešit příliš mnoho problémů a otevřených otázek, než bude možno prokazatelně dovodit, že nekovové brzdové špalíky jsou jednoduchou alternativou a náhradou za litinový brzdový špalík. Hlavní problémy jsou mezi jinými následující :

- **Není doposud zajištěn stabilní třecí koeficient za všech povětrnostních podmínek, který je nezbytný k dodržení reprodukovatelné zábrzdné vzdálenosti**
- **Ve vlaku, složeném z vozů s rozdílnými brzdovými systémy, nesmí být při brzdění podélné síly v soupravě takové, aby vyžadovaly zvláštní opatření**
- **Dvojkolí musí být odolné proti zbytkovému tepelnému namáhání**
- **Brzdové špalíky schváleného typu K musí prokázat svou životnost v běžném provozu a jejich náklady na životní cyklus by měly být alespoň srovnatelné se špalíky litinovými**
- **Musí být vyřešen problém přechodových odporů dvojkolí. Použitím kompozitních špalíků nesmí být narušena řádná funkce kolejových obvodů**

## **2.5 Závěry a doporučení**

Každá železniční společnost potřebuje revidovat příslušnou národní transposici ať už do TSI pro konvenční vozidla, či do směrnice 2002/49/ES, aby mohla identifikovat klíčové hráče pro rozhodovací proces, jaké akce budou realizovány při naplňování akčních plánů.

UIC prostřednictvím expertní skupiny „Network noise“ může poskytnout potřebná data pro tyto rozhodovací procesy. V každém případě musí být zdůrazněny rozdíly v obtěžování hlukem z jednotlivých dopravních módů.

Železnice by už z principu měly hrát přinejmenším konsultační úlohu při sestavování akčních plánů, i když nebudou za tyto akční plány zodpovědné. To je nutno zajistit lobováním u příslušných orgánů.

UIC prostřednictvím expertní skupiny „Network noise“ by mělo připravit metodiku, popisující krok za krokem postup pro identifikaci dominantních hlukových zdrojů na kritických místech z hlediska hlukové zátěže.

UIC prostřednictvím expertní skupiny „Network noise“ by mělo připravit seznam protihlukových opatření pro různé zdroje hluku včetně jejich efektivity a naopak i seznam neefektivních opatření.

Paralelně s výše uvedenými opatřeními je doporučeno, aby každá železnice uvažující o akčních plánech založených na rekonstrukci vozidel je navrhla jako akční plán na národní úrovni, protože to ovlivní všechna místa podél trati. Zejména je to důležité

v příhraničním styku, protože podle článku 8 (6) směrnice END (zkrácený název směrnice 2002/49/ES) by měly členské státy spolupracovat na akčních plánech v příhraničních regionech.

Expertní skupina UIC/CER „Network noise“ by měla udržovat databázi současných výzkumných studií zabývajících se obtěžováním dopravním hlukem pro podporu diskuse s dalšími stranami.

Měl by být vyvinut tlak na změnu této legislativy, odklonit finanční toky např. od protihlukových bariér a urychlit implementaci nekovových brzdových špalíků na nákladních vozidlech.

Všechny tyto technické problémy musí být prokazatelně vyřešeny tak, aby železnice mohly demonstrovat viditelnou alternativu za litinové brzdové špalíky, bez vedlejších účinků a bez dalších bezpečnostních zábrán při únosných ekonomických dopadech. Jedině v tom případě bude možno efektivně lobovat za případné financování těchto rekonstrukcí.

### **3. Role státu při řešení požadavků evropské legislativy**

Ve všech evropských směrnicích, které upravují legislativní rámec členských států je výslovně uvedeno, že za splnění požadavků ve směrnicích uvedených je zodpovědný členský stát unie, to znamená vláda a přeneseně příslušné ministerstvo. Tedy za splnění požadavků směrnice 2001/16/ES (TSI pro konvenční vozidla) je zodpovědné Ministerstvo dopravy ČR a například za splnění požadavků směrnice 2002/49/ES – o řízení a hodnocení hluku ovlivňující životní prostředí, které se také týká hluku, je zodpovědné Ministerstvo zdravotnictví ČR.

V Evropě obecně přijímaný konsensus, že rekonstrukce vozidlového parku není proveditelná pouze na náklady přepravců a že státní popřípadě evropská finanční spoluúcast je nezbytná, naráží v současné době na překážky v evropské legislativě, která neumožňuje přímé finanční dotace soukromým subjektům. Nicméně přesto existují cesty a možnosti, jak umožnit spolufinancování státem.

#### **3.1 Operační program Doprava**

Operační program Doprava je spolufinancován z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti a jeho řídicím orgánem je Ministerstvo dopravy.

Operační program Doprava je určen pro realizaci dopravních aspektů hlavních strategických cílů Národního rozvojového plánu. Je zaměřen na sledování priorit evropského a nadregionálního významu, přičemž operační program Doprava je v jejich naplňování komplementární s dopravními intervencemi zaměřenými na regionální úroveň v rámci Regionálních operačních programů. Operační program Doprava je zároveň zaměřen na realizaci priorit a cílů daných Dopravní politikou České republiky a dalšími strategickými dokumenty. Naplňování všech těchto priorit a cílů prostřednictvím Operačního programu Doprava je provázáno respektováním cílů udržitelného rozvoje.

Operační program má následující prioritní osy:

- Modernizace železniční sítě TEN-T
- Výstavba a modernizace dálniční a silniční sítě TEN-T
- Modernizace železniční sítě mimo síť TEN-T
- Modernizace silnic I. třídy mimo TEN-T
- Modernizace a rozvoj pražského metra a systémů řízení silniční dopravy v hl. m. Praze
- Podpora multimodální nákladní přepravy a rozvoj vnitrozemské vodní dopravy
- Technická pomoc OP Doprava

V rámci prioritní osy „Modernizace železniční sítě TEN-T“, která si klade mj. za cíl také zavádění interoperability na trati, je také podprogram Vozidla, jehož součástí je i problematika hluku kolejových vozidel. Uvedený podprogram nabízí možnost

spolufinancování nových nebo rekonstruovaných železničních vozidel, kdy podmínkou čerpaní finančních prostředků z fondu je, že tato vozidla musí splňovat TSI Hluk.

### **3.2 Akční plány v rámci plnění požadavků směrnice 2002/49/ES**

Tato směrnice požaduje, aby zodpovědné orgány členských států Unie (pro Českou republiku je to Ministerstvo zdravotnictví) nejprve připravily hlukové strategické mapy pro hlavní silnice, železnice, letiště a průmyslové aglomerace. První kolo mapování (pro aglomerace s více než 250 000 obyvateli, železniční trati s více než 60 000 průjezdy vlaků ročně) má být dokončeno do června 2007 a navazující akční plány do července 2008.

Za akční plány, které budou řešit neuspokojivou situaci podél hlavních železničních tratí na základě výsledků hlukového mapování je zodpovědné Ministerstvo dopravy ČR. Přístup k řešení akčních plánů i rozdělení zodpovědnosti se liší v různých členských státech unie. Nicméně doporučení optimálního postupu ze strany expertní skupiny UIC/CER „Network Noise“ je jednoznačné.

Optimální přístup by měl být dvoustupňový. V prvním stupni je třeba vypracovat akční plán na globální celosíťové úrovni, který by zajistil financování rekonstrukce nákladního vozidlového parku na nekovový špalík. Došlo by k nejefektivnějšímu protihlukovému opatření, ke snížení hlukových emisí u zdroje. Dopad by byl opět celosíťový, ne jenom na hlavních tratích. Ke snížení hlukových emisí by došlo na všech tratích. Tím by se zřetelně snížil počet kritických míst (hot spots) a zbylá kritická místa by bylo možno řešit doplňkovými opatřeními na místní a regionální úrovni, ve druhém stupni akčních plánů. Toto řešení by snížilo významně délku nově stavěných protihlukových bariér, které jsou nejnákladnějším a nejméně efektivním protihlukovým opatřením. Ve většině případů by jako doplňková opatření postačil vhodný brousíací program povrchu kolejnic, protihlukové absorbéry na kolejnice po případě izolovaná okna, instalovaná s finanční spoluúčastí majitele.

## **4. Rekonstrukce vozidlového parku na nekovový brzdový špalík**

Ze všech navrhovaných opatření s cílem splnění požadavků TSI – hluk, se přes všechny nedostatky a nedořešené technické problémy jeví rekonstrukce parku nákladních vozů na nekovový brzdový špalík jako nejefektivnější. Není to ideální řešení, bude vyžadovat poměrně masivní počáteční investici a doposud není jednoznačně prokázáno zda LCC analýza bude alespoň cenově neutrální v porovnání s klasickým litinovým špalíkem. Nicméně je to téměř jediné proveditelné a pravděpodobně i finančně zvládnutelné řešení.

### **4.1 Přehled nekovových špalíků schválených UIC do mezinárodního provozu**

V rámci UIC probíhá cca od roku 1995 program (Akční program UIC pro rekonstrukci nákladního vozidlového parku), který se zabývá nekovovými brzdovými špalíky. V rámci programu probíhají zkoušky s těmito špalíky ať už na brzdových stavech či v provozních podmínkách, UIC se podílí i na vývoji nových typů špalíků a pochopitelně v rámci UIC probíhá i homologační proces. Následující typy nekovových špalíků již byly schváleny prozatím podmíněně pro mezinárodní provoz.

#### 4.1.1 Přehled schválených typů nekovových špalíků typu „K“

Nekovové špalíky typu „K“ mají vyšší koeficient tření než šedá litina a nelze je nasadit bez rekonstrukce brzdy. Nově pořizované nákladní vozy jsou již tímto typem špalíku běžně vybaveny, ale v denním oběhu jich není v evropské síti více než 6 – 8 000. České dráhy, a.s. žádné vozy s těmito špalíky neprovozují. V následující tabulce je přehled špalíků typu „K“ pro nákladní vozy, schválených do mezinárodního provozu.

Výrobce	Typ (nekovový/sinter)	Průměr kol	Hmotnost na nápravu	Začátek platnosti	Konec platnosti
Becorit	Becorit 929-1 (nekovový)	840	18.0 t	15.10.2003	31.1.2007
		920	22.5 t	15.10.2003	31.1.2007
CosidRail	Cosid 810 (nekovový)	840	18.0 t		
		920	22.5 t	15.10.2003	14.10.2013
Honeywell	Jurid 816 M (nekovový)	840	18.0 t		
		920	22.5 t	1.7.2005	31.1.2007
Becorit	Becorit 929-1SG (nekovový)	840	18.0 t		
		920	22.5 t	1.7.2005	31.1.2007

Byly schváleny celkem čtyři typy špalíků od tří výrobců, přičemž typu Becorit 929-1 skončila platnost k 31. 1. 2007. Ten může být nahrazen typem Becorit 929-1SG, kterému platnost do 31. 1. 2007 bude prodloužena až na základě výsledků právě probíhajících zkoušek. Totéž platí i pro Jurid 816 M, takže jediný špalík se schválením do roku 2013 je v současné době Cosid 810.

#### 4.1.2 Přehled schválených typů nekovových špalíků typu „LL“

Podmínečné schválení nekovového špalíku typu „LL“ od firmy Icer-Becorit typu IB 116 bylo staženo a čeká se na povolení zkoušek špalíků typu. IB116\*.

V současné době jsou schváleny pouze dva typy kovokeramických špalíků, a to Cofren C 952 a Jurid PM 132.

#### 4.1.3 Nekovové špalíky typu „L“

Pro úplnost výčtu je v současné době schválen nekovový špalík typu „L“, Ferodo typ 3325 pro použití na vozy osobní přepravy s kombinovanou brzdovou výzbrojí..

### 4.2 Nákladní vozy

#### 4.2.1 Dosavadní zkušenosti

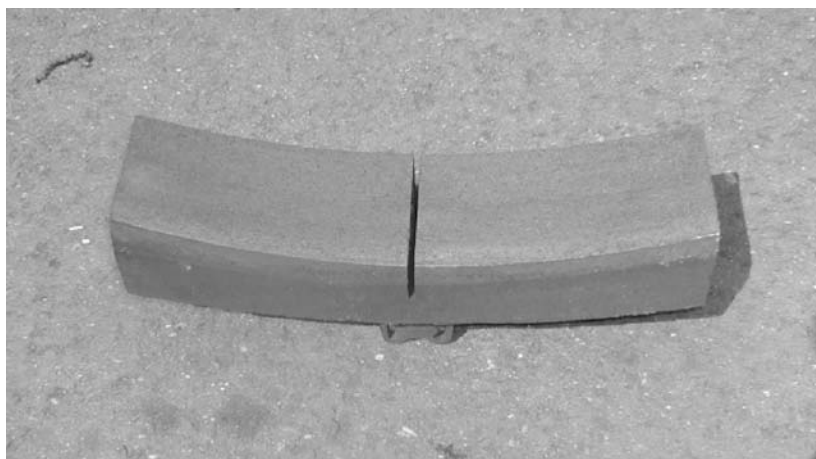
Nekovový špalík odpovídající svojí třecí charakteristikou typu „L“ byl použit na nákladních vozech ČSD, vyrobených před rokem 1983 bez úpravy brzdové výstroje. Výsledky ukázaly zlepšení brzdových vlastností, snížení akustických emisí a zvýšení životnosti použitých špalíků i dvojkolí. V rámci řešení projektu ÚTR (úkolů technického rozvoje) pro zlepšení brzdových vlastností některých starších nákladních vozů byl nákladní vůz typu Falls s podvozkou 26-2-8 vybaven v období od června 2002 do listopadu 2003

nekovovým špalíkem typu „L” bez další úpravy brzdové výstroje, který je zobrazen na následujícím obrázku.



**Obr. 1 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. 2 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 byly použity dvě měřicí místa, jedno ve vzdálenosti 25 m od středu koleje a ve výši 3.5 m nad temenem kolejnice, druhý ve vzdálenosti 7.5 m a ve výši 1.2 m nad temenem kolejnice. V souladu s normou ISO 3095 byla jako deskriptor použita TEL (Transit Exposure Level) normovaná na rychlost 80 km/h (Tato veličina je srovnatelná s veličinou předepsanou pro TSI – hluk,  $L_{eq}$ . Skutečná  $L_{eq}$  bude spíše nižší. Měřicí stanoviště bylo na přímé koleji MZO, Zkušebního centra VUZ Velim. (Tedy ne na předepsané referenční koleji. Je předpoklad, že na referenční koleji by naměřené hodnoty byly ještě nižší).



V následující tabulce jsou naměřené výsledky :

	TEL [80 kmh] 1. měř.	TEL [80 kmh] 2. měř.	TEL [80 kmh] 3. měř.	TEL [80 kmh] Průměr	TEL [80 kmh] zaokrouhleno
25m/3.5m	<b>78.75</b>	<b>77.75</b>	<b>79.15</b>	<b>78.55</b>	<b>79</b>
7.5 m/1.2 m	<b>86.15</b>	<b>85.95</b>	<b>85.45</b>	<b>85.85</b>	<b>86</b>

I když původním cílem projektu bylo zdokonalení brzdových vlastností zmíněného vozu, s použitím nekovového špalíku se 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)** ve vzdálenosti 25 m resp. **86 dB(A)** ve vzdálenosti 7.5 m 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 superstruktury a podvozku než vozy s novějšími podvozky modernější konstrukce.

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 - hluk pro tento typ vozu, kde je limit pro rekonstruované nákladní vozy stanoven na ( $L_{pAeq, Tp} = 87$  dB(A) na 7.5 m). Tyto výsledky svědčí o tom, že zavedení vhodného typu nekovových brzdových špalíků do provozu ve větším měřítku lze z hlediska ochrany životního prostředí jenom doporučit.

#### 4.2.2 Návrhy řešení

České dráhy, a.s. doposud provozují cca 3000 nákladních vozů s podvozky 26-2-8. I když mají určitou zbytkovou životnost, pravděpodobně nepřežijí rok 2020, kdy se předpokládá dokončení procesu interoperability. Jako parciální řešení lze tyto rekonstrukce doporučit i proto, že ve článku 7.6.1 TSI – hluk je uvedeno : „**je-li vůz během obnovy nebo modernizace vybaven kompozitními špalíky a zároveň nebyly do vozu přidány žádné dodatečné zdroje hluku, předpokládá se bez zkoušení, že hodnoty uvedené v kapitole 4.2.1.1 (rozuměj limitní hodnoty) jsou splněny**“. Během zbytkové životnosti těchto potenciálně rekonstruovatelných vozů je bude možno provozovat i bez výměny dvojkolí, pokud ovšem mají celistvá kola z materiálů, připuštěných pro použití brzdy s nekovovými špalíky. V běžném provozu nejsou celistvá kola vystavována nadměrnému ohřevu, jak bylo prokázáno během již realizovaných zkoušek.

Je předpoklad, že tento typ špalíků by mohl být použit i pro rekonstrukci vozů s podvozky Y25, pouze s minimální úpravou tlaku v brzdových válcích, ale to by muselo být teprve ověřeno v rámci nějakého pilotního projektu.

### **4.3 Elektrická hnací vozidla**

#### **4.3.1 Dosavadní zkušenosti**

Stávající elektrické lokomotivy Škoda první i druhé generace za současného technického stavu TSI nesplní. Je nutné měřením ověřit, zda by limity mohla splnit elektrická lokomotiva ř. 151, vybavená sintermetalovým nekovovým špalíkem.

Zajímavá je málo známá skutečnost, že všechny elektrické lokomotivy druhé generace Škoda byly konstruovány na provoz s nekovovým brzdovým špalíkem RUBOS typu „K“ z produkce n. p. Osinek Kostelec nad Orlicí (dnešní společnost FERODO, a.s.). Špalíky byly v roce 1973 nasazeny na lokomotivu 57 E (dnes 124 601) vybavenou podvozky Škoda II generace a při různých provozních podmínkách zkoušeny na Železničním zkušebním okruhu v Cerhenicích. Při zkouškách bylo dosaženo poměrně dobrých výsledků a malé závislosti na vlhkosti s prodloužením zábrzdě dráhy do 10 %. Vývoj špalíků průběžně pokračoval a v roce 1981 byla na základě výnosu FMD 012 osazena špalíky RUBOS lokomotiva E 499 2004 a brzy poté další tři lokomotivy stejné řady. V důsledku přijetí ekologických a zdravotních opatření byla výroba špalíků RUBOS s obsahem azbestu v roce 1994 ukončena a ČD je přestaly používat. Dřívější výrobce špalíků RUBOS společnost FERODO započala již začátkem 90. let s výrobou vzorků bezazbestových brzdových špalíků a v březnu 1992 prošly vzorky ve třech kvalitách zkouškou na zkušebním stavu. Modifikovaná verze materiálu GK 17 byla nasazena na dvou posunovacích lokomotivách ČD 110.047 a 111.018 ve zkušebním provozu v žst. Choceň a Ústí nad Orlicí. V polovině prosince 1992 byla na lokomotivách 163 028 a 110 019 instalovaná další modifikovaná varianta špalíků z materiálu GK 17 B. Od poloviny roku 1994 probíhal zkušební provoz již sériově vyráběných brzdových špalíků FER 3073 na lokomotivách řad 110, 130, 162, 163, 210, 362 a 363. Celkem bylo osazeno asi 2000 kusů špalíků. Zkušební provoz byl Drážním úřadem definitivně ukončen k datu 31. prosince 1998.

Do programu náhrady brzdových špalíků RUBOS se počátkem 90. let zapojil další výrobce třecích materiálů Pramet, a.s. Šumperk se špalíkem z kovokeramického materiálu KTM. Koncem roku 1991 byla prvními zkušebními vzorky osazena lokomotiva řady 163 z lokomotivního depa Česká Třebová, kdy první zkušební jízdy proběhly na ŽZO Cerhenice a dále následoval zkušební provoz na vozebním rameni Praha - Česká Třebová a zpět. Během roku 1993 byly špalíky DIAFRIKT K 4 postupně instalovány na dalších zkušebních lokomotivách v lokomotivních depech Česká Třebová (řada 130) a Brno Maloměřice (řada 230). Výsledky zkušebního provozu v roce 1993 přinášely poměrně kladné hodnocení a odbor kolejových vozidel GŘ ČD povolil tzv. rozšířený zkušební provoz. Výrobce v období od června 1994 do března 1995 dodal celkem 5 000 brzdových špalíků DIAFRIKT K 4 ve dvou provedeních podle průměru kol lokomotiv (1050 a 1220 mm).

V březnu roku 1995 byl zásahem Drážního úřadu zkušební provoz omezen, ale přesto se dále vyhodnocovala hlášení z jednotlivých dep. Nicméně podobně jako u organických brzdových špalíků Ferodo byl zkušební provoz ukončen, tentokrát k datu 31. prosince 1999.

V současné době jsou všechny tyto lokomotivy provozovány na litinovém brzdovém špalíku, s výjimkou všech lokomotiv řady 151, které mají osazen kovokeramický brzdový špalík DIAFRIKT K 4.

#### **4.3.2 Návrhy řešení**

Je třeba ověřit, zda lokomotiva ř. 151, provozovaná s kovokeramickým špalíkem splní požadavky TSI. Měření je možno realizovat na hlukové referenční koleji, kterou vlastní VUZ, a.s. ve svém Zkušebním centru ve Velimi. V případě úspěšného výsledku by se dalo uvažovat

i o znovu vybavení všech řad lokomotiv druhé generace nekovovým špalíkem typu „K“, některým z typů schválených UIC, po případě hledat další možnosti na tuzemském trhu. Tím by bylo pokryto přechodové období a ČD by disponovalo dostatkem hnacích vozidel, které by splňovaly TSI – hluk po dobu své zbytkové životnosti.

Tato hnací vozidla bude nutno postupně nahrazovat nákupem nových strojů (např. ř. 380), 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. Problém může vzniknout při hluku při rozjezdu, ale to je nutno ověřit zkouškami. Ve většině případů, když jsou splněny limity pro režim s ustálenou rychlostí, limity pro rozjezd jsou splnitelné též.

Nově vyvíjené trísystémové lokomotivy řady 380 (výrobce Škoda) mají použítu kotoučovou brzdu s kotouči v kolech.

## **4.4 Elektrické ucelené jednotky**

### **4.4.1 Dosavadní zkušenosti**

Dožívající jednotky ř. 451 a 452, které samozřejmě hlukové limity splnit nemohou, jsou nahrazovány moderními elektrickými jednotkami ř. 471 (City Elephant). Tyto jednotky vybavené kotoučovou brzdou pravděpodobně splňují limity TSI, ale hlukové zkoušky podle TSI - hluk doposud nebyly realizovány. Jednotky řady 560 na střídavý napájecí systém, které prošly rekonstrukcí v posledních letech, mají upravenou také EDB, která nově funguje až do zastavení a minimalizovalo se tak použití hlučné mechanické brzdy.

Elektrické jednotky CDT 680 (Pendolino) s naklápěcími skříněmi byly posuzovány jako vysokorychlostní, takže se na ně TSI pro konvenční vozidla nevztahuje. Při zkouškách v rozsahu, předepsaném TSI pro vysokorychlostní vozidla jednotky limity emitovaného hluku splnily.

### **4.4.2 Návrhy řešení**

Je předpoklad, že do roku 2020, by měly být všechny jednotky ř. 451 a 452 nahrazeny jednotkami ř. 471 a předměstská osobní přeprava v Praze a Ostravě by měla být téměř výhradně pokryta těmito jednotkami. Uvažuje se také o rekonstrukci stejnosměrných jednotek ř. 460. Rekonstruované jednotky této řady by také měly splňovat TSI – hluk a je nutné uvažovat o nasazení nekovového brzdového špalíku.

## **4.5 Dieselelektrická hnací vozidla**

### **4.5.1 Dosavadní zkušenosti**

České dráhy, a.s. v současné době neprovozují žádná trakční vozidla s nezávislou trakcí, které by splňovaly TSI – hluk. Od poloviny osmdesátých let byly lokomotivy ČKD ř. 742, 731 vyráběny pro použití s brzdou, která umožňovala nasazení kompozitního brzdového špalíku a tato možnost byla v řadě dep využívána. Obdobě jako u elektrických lokomotiv probíhal od poloviny roku 1994 zkušební provoz již sériově vyráběných brzdových špalíků FER 3073 na lokomotivách řad 730, 749, 753, 770 a 771, který byl ukončen 31. prosince 1998. Od té doby je u motorových lokomotiv v provozu pouze litinový špalík. Bohužel i současné rekonstrukce se ve většině případů omezují na výměnu motoru,

převodovky, po případě řídicího systému, ale pojezd včetně brzdové výstroje zůstává beze změny, to znamená litinový brzdový špalík.

#### **4.5.2 Návrhy řešení**

Nově pořizované dieselelektrické lokomotivy by musely být nové konstrukce s kotoučovou brzdou. Stávající lokomotivy v provozu na ČD bez úprav nesplní limity předepsané v TSI - hluk. Opět lze uvažovat o nasazení kompositních brzdových špalíků u těch lokomotiv, kde to konstrukce brzdy umožňuje. Výsledky by bylo třeba opět ověřit měřením. Větší naději na splnění limitů mají lokomotivy s vyšší maximální rychlostí, minimálně 80 km/h, kde je hluk valení dominantní. Při rychlostech kolem 40 km/h, dominuje hluk trakce a zde je řešení problémů s nadměrným hlukem podstatně složitější a nákladnější.

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

### **4.6 Dieselelektrické jednotky, motorové soupravy**

#### **4.6.1 Dosavadní zkušenosti**

Motorové jednotky ř. 814+914 (Regionova) v současné době nesplňují hlukové limity požadované v TSI – hluk. Hlavním důvodem jsou opět litinové brzdové špalíky a dále rekonstrukce, která byla provedena bez jakýchkoliv akustických optimalizací. Výsledkem je, že co se hluku týče (ať už vnějšího či vnitřního) nedošlo k žádnému zlepšení oproti původnímu vozidlu ř. 810.

O tom, že lze realizovat rekonstrukci podobného vozidla tak, aby TSI – hluk splňovalo, se srovnatelnými náklady svědčí i rekonstrukce ZSSK, která byla provedena ŽOS Zvolen. Dvouvozová jednotka ZSSK ř. 813+913 splňuje hlukové emisní limity podle TSI – hluk s poměrně velkou rezervou. Byly použity kovokeramické brzdové špalíky DIAFRIKT K 4. Za zmínku stojí také zkušební použití dvou typů nekovových špalíků na motorové jednotce řady 835 a to Becorit 179 a Ferodo F 3325.

#### **4.6.2 Návrhy řešení**

V současné době byla dodavatelem rekonstrukce – PARS Nova Šumperk - zkušebně vybavena třívozová rekonstruovaná motorová jednotka ř. 814.2+014+814.2 nekovovým brzdovým špalíkem „L“ doposud neschváleného typu 3325 od firmy Federal Mogul. Se soupravou byly provedeny hlukové zkoušky podle TSI – hluk na referenční koleji. Naměřené hodnoty vnějšího hluku pro jízdní zkoušky konstantní rychlostí podél pevného stanoviště splnily požadavky TSI – hluk. I v tomto případě by bylo efektivním řešením vybavit všechny dosavadní motorové jednotky Regionova schváleným typem nekovových brzdových špalíků a tím zlepšit jejich akustické charakteristiky.



**Obr. 3** Motorová jednotka Regionova v třívozovém provedení během zkoušek brzdy na ZC Velim

## **4.7 Osobní vozy**

### **4.7.1 Dosavadní zkušenosti**

V současné době je v denním oběhu na dálkových spojích cca 50 % osobních vozů vybavených kotoučovou brzdou. Tyto vozy by měly splnit požadavky TSI bez větších problémů. Všechny nově pořizované osobní vozy řad Ampz, Bmz a WRmz požadavky TSI hluk bez problémů splňují.

### **4.7.2 Návrhy řešení**

U ostatních vozidel se špalíkovou brzdou je to opět otázka rekonstrukce brzdy na nekovový špalík. Je to otázka strategického rozhodnutí a tempa obnovy osobního vozidlového parku.

## **5. Referenční kolej**

Základním požadavkem při hlukových měřeních podle TSI – hluk je referenční hluková kolej předepsaných parametrů. Tento referenční úsek koleje má k dispozici VUZ, a.s. ve svém Zkušebním centru VUZ Velim.



## 5.1 Podmínky měření a měřicí stanoviště

Při každém standardním hlukovém měření se vždy snímají celkové hlukové emise, které jsou složeny z akustického příspěvku vozidla a trati. Hodnotíme-li hlukové emise vozidla, je klíčové znát příspěvek trati, aby byly vzájemně porovnatelné výsledky naměřené na různých místech. Proto se hlukové měření podle TSI - hluk musí realizovat na referenčním úseku trati, definovaných parametrů. Tyto parametry jsou v TSI – hluk přesně stanoveny.

Měříme-li na referenčním úseku, jsou hlukové emise vozidla vzájemně porovnatelné, má-li referenční úsek požadované parametry. Základní vlastnosti referenčního úseku musí splňovat podmínky volného pole, drsnost povrchu kolejnic musí být nižší, nežli jsou požadované limity a stupeň dynamického útlumu trati musí být vyšší, nežli jsou stanovené limity.

### 5.1.1 Podmínky volného pole na referenčním hlukovém úseku ZC VUZ Velim

Již na začátku roku 2005 Výzkumný ústav železniční, a.s. realizoval ve svém Zkušebním centru VUZ Velim 1.5 km nového kolejového svršku koridorového typu s cílem použít tento úsek pro hluková měření podle TSI – hluk. Tento úsek splňuje podmínky volného pole, je ve volném otevřeném prostoru bez odrazivých stěn, či staveb a i povrch mezi tratí a předpokládaným umístěním měřicího stanoviště není ani pohltivý, ani odrazivý a splňuje podmínky.

Na následujícím obrázku je zobrazen letecký pohled na zkušební okruhy Zkušebního Centra VUZ Velim s vyznačením umístění referenčního úseku.



**Obr. 4 Umístění referenčního hlukového úseku na ŽZO**



**Obr. 5 Podmínky volného pole na referenčním úseku**

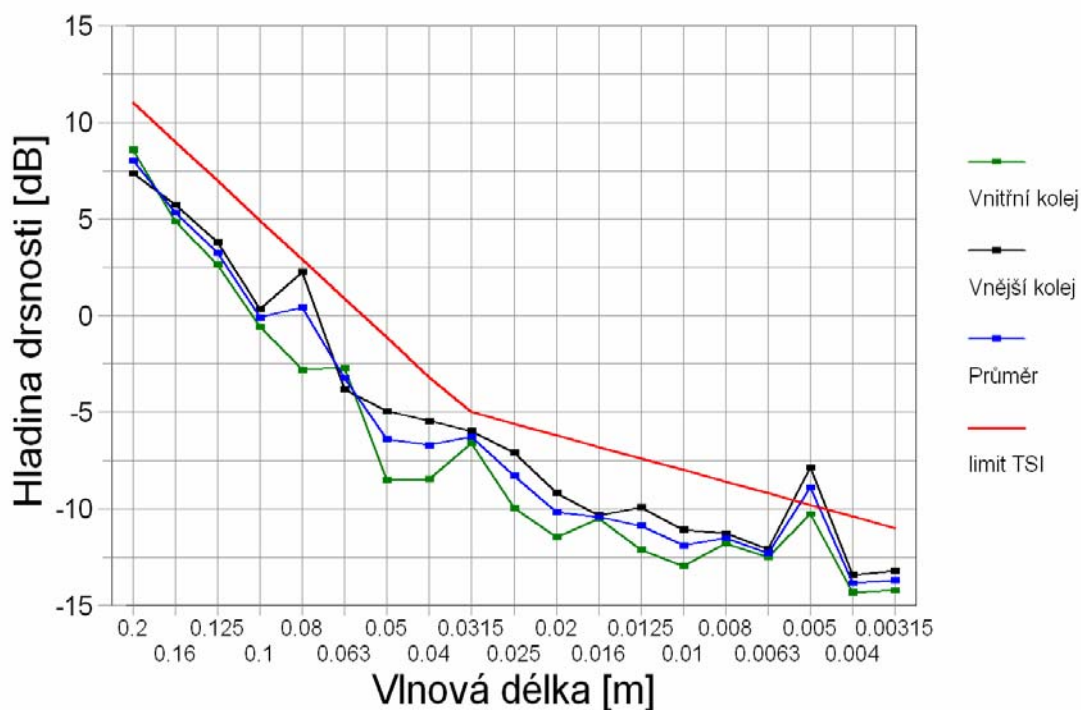
Na předchozím obrázku obr. 4 je znázorněno umístění hlukového referenčního úseku v délce 1.5 km na přední přímé Velkého železničního zkušebního okruhu v km 0.1 – 1.5.

Měřicí stanoviště pro měření vnějšího hluku je umístěno cca na km 0.8. Podmínky volného pole ilustruje obr. 5 výše.

### **5.1.2 Drsnost povrchu kolejnice na referenčním hlukovém úseku ZC VUZ Velim**

Pro dosažení požadované drsnosti bylo nutno referenční úsek přebrousit. Bylo použito opravné a následně akustické ofsetové broušení. Po přebroušení bylo nezbytné referenční úsek náležitě zajet.

Na následujícím obrázku je znázorněn graf drsnosti povrchu kolejnice referenčního úseku trati. Měření je ze 14. 12. 2006.



**Obr. 6** Drsnost povrchu kolejnice na referenčním hlukovém úseku ZC Velim (14.12.2006)

Měření drsnosti bylo realizováno po cca třítydenním provozu po přebroušení. Špička na vlnové délce 5 mm je zbytek nedostatečného zjetí po přebroušení. V současné době je již kolej zjetá a uveřejněný graf není již aktuální.

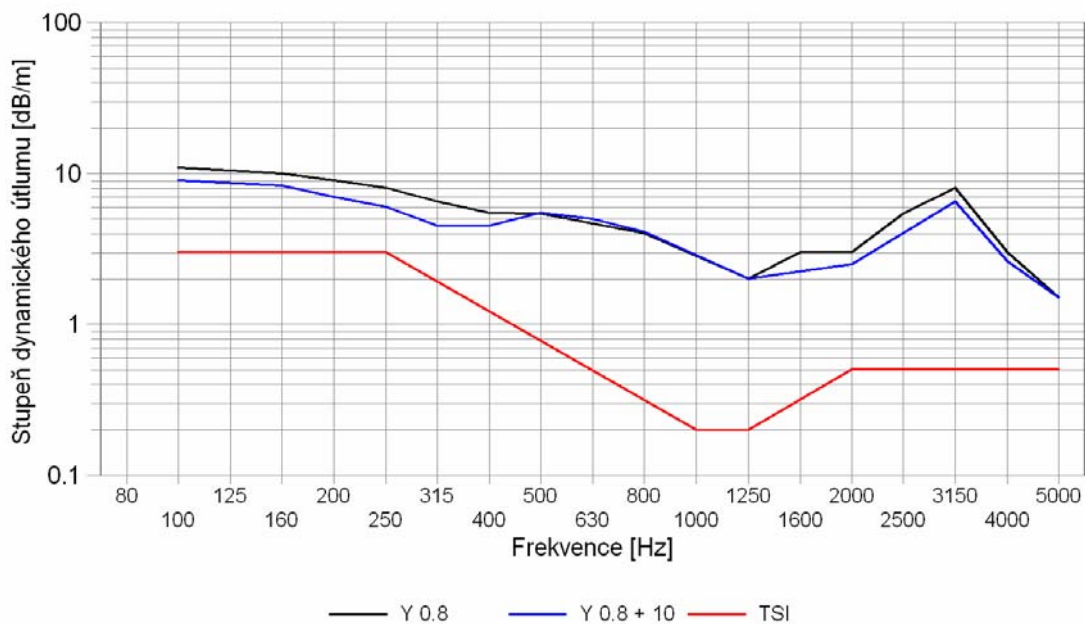
### 5.1.3 Stupeň dynamického útlumu (Track Decay Rate - TDR)

Stupeň dynamického útlumu tratě v příčném a svislém směru je dalším důležitým parametrem, který musí referenční kolej splňovat. Oba tyto parametry referenční kolej na ZC VUZ Velim splňuje, jak je vidět s následujícími obrázky.

Stupeň dynamického útlumu v příčném a svislém směru je zobrazen na obrázcích 7 a 8.

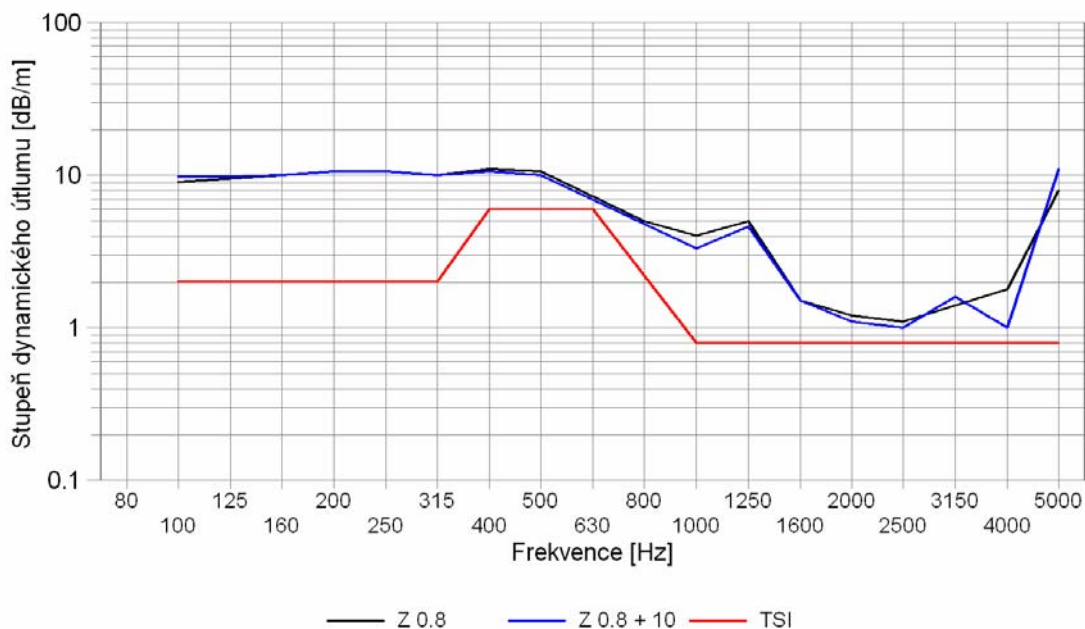


### Stupeň dynamického útlumu příčně



Obr. 7 Stupeň dynamického útlumu referenčního úseku ZC VUZ Velim – příčně

### Stupeň dynamického útlumu svisle



Obr. 8 Stupeň dynamického útlumu referenčního úseku ZC VUZ Velim – svisle

Referenční bod pro měření Stupně dynamického útlumu byl na km 0.8, měření bylo opakováno s posunutím referenčního bodu o 10 m pro verifikaci homogenity celého úseku.

Z uvedených diagramů je vidět, že ZC VUZ Velim disponuje referenčním úsekem trati, který splňuje všechny požadavky kladené na vlastnosti takovéto referenční koleje.

## 6. Seznam použité literatury

- [1] Draft prEN ISO 3095 (January 2001): Railway applications – Acoustic – Measurement of noise emitted by railbound vehicles (ISO/DIS 3095:2001)
- [2] Draft prEN ISO 3381 (January 2001): Railway applications – Acoustic – Measurement of noise inside railbound vehicles (ISO/DIS 3381:2001)
- [3] ČSN EN ISO 3095 (Září 2005): Železniční aplikace – Akustika – Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly (idt ISO 3095:2005)
- [4] ČSN ISO 3381 (Září 2005): Železniční aplikace – Akustika – Měření hluku uvnitř kolejových vozidel (idt ISO 3381:2005)
- [5] Draft prEN 15610 (December 2006): Railway applications – Noise emission – Rail roughness measurement related to rolling noise generation
- [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] Rozhodnutí komise ze dne 23. prosince 2005 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému “Kolejová vozidla – hluk” transevropského železničního systému - 2006/66/ES
- [9] Directive 2001/16 – Interoperability of the trans-European conventional rail system – Presentation report of the Draft Technical Specification for Interoperability “Noise”
- [10] Prof. Dr.-Ing. Marcus Hecht, Dipl.-Ing. Christoph Schäpermeier (Technische Universität Berlin) : Bericht 38/2006 – Messung der Schienenrauheiten auf dem Testring Cerhenice

V Praze, květen 2007

Lektoroval: Mgr. Bohumír Trávníček, O28 GR ČD