



26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOL'AJOVÝCH
VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.1.15>

ROZŠÍŘENÍ PORTFOLIA ZKOUŠEK VE ZKUŠEBNÍ LABORATOŘI VUZ *EXPANDING THE PORTFOLIO OF TESTS IN THE VUZ TESTING LABORATORY*

Lukáš HEJZLAR, Martin KOŠŤÁL^{*)}

1 ÚVOD

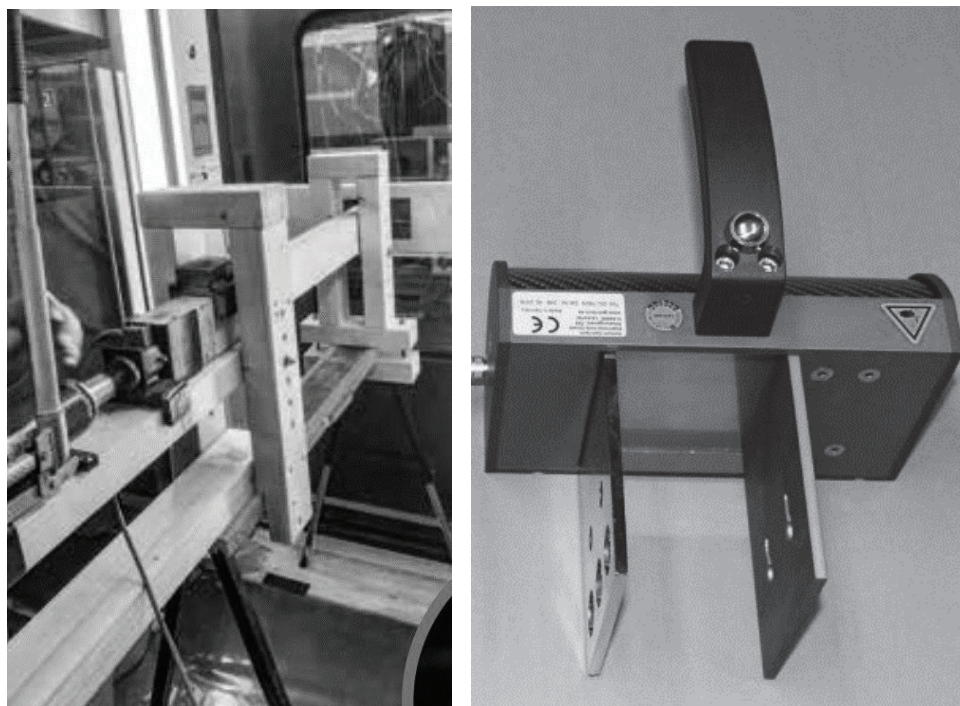
Začátkem roku 2022 rozšířila Zkušební laboratoř Výzkumného ústavu železničního portfolio svých akreditovaných zkoušek, a to v oblasti měření dveřních systémů, teplot, vnějšího osvětlení, srozumitelnosti vlakového rozhlasu a dynamického útlumu tratě.

2 ZKOUŠKY DVEŘNÍCH SYSTÉMŮ

První z nově nabízených zkoušek jsou zkoušky dveřních systémů. Ty si kladou za cíl ochranu cestujících, jak při běžném provozu, tak při mimořádných událostech, a to na všech typech drážních vozidel. Ověřují se jednotlivé parametry, jako jsou například detekce překážek ve dveřích, síla, s jakou se dveře dovírají, funkce ochrany, stanovení síly, kterou je nutné vyvinout na stisknutí tlačítka. Dále se testuje schopnost dveří odolat náporovým silám vyvolaným cestujícími (viz **obr. 1** vlevo) nebo také stanovení akustických parametrů výstrah při zavírání, otevírání či odblokování dveří. Všechny tyto parametry se následně vyhodnotí a porovnájí s předpisy a normami, například s ČSN EN 14 752 „Železniční aplikace – Boční vstupní systémy kolejových vozidel“, Nařízení Evropské komise č. 1302/2014 „o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému kolejová vozidla – lokomotivy a kolejová vozidla pro přepravu osob“ (TSI LOC&PAS), Nařízení Evropské komise č. 1300/2014 „o technických specifikacích pro interoperabilitu týkajících se přístupnosti železničního systému Unie pro osoby se zdravotním postižením a osoby s omezenou schopností pohybu a orientace“ (TSI PRM) a dalšími. Zkušební laboratoř je pro tyto zkoušky vybavená moderním zařízením německého výrobce Herbert Gehrlich Elektrotechnik GmbH, které je schopné vyhodnotit naměřené hodnoty zavírací síly bezprostředně po měření a hned informovat, zda vyhovují požadavkům ve výše uvedených předpisech. Jedná se o speciální siloměr typu DC-700N (viz **Obr. 1** vpravo) k měření zavírací síly dveří.

^{*)} **Ing. Lukáš HEJZLAR**, Výzkumný ústav železniční, a.s., Novodvorská 1698, 14201 Praha, tel.: +420 724 749 044, e-mail: hejzlarl@cdivuz.cz, vedoucí Oddělení mechanických zkoušek Zkušební laboratoře VUZ.

Martin KOŠŤÁL, DiS., Výzkumný ústav železniční, a.s., Novodvorská 1698, 14201 Praha, tel.: +420 725 384 805, e-mail: kostalm@cdivuz.cz, specialista zkoušek Zkušební laboratoře VUZ.



Obr. 1 Zkouška náporové síly vyvolané cestujícími (vlevo), siloměr typu DC-700N (vpravo)
Fig. 1 Test of passenger retention forces (left), measuring device type DC-700N (right)

3 TEPLOTECHNICKÉ ZKOUŠKY

Další z nově akreditovaných zkoušek jsou zkoušky teplotnické. Součástí tohoto souboru zkoušek je měření vytápění, chlazení (klimatizace), proudění vzduchu, měření množství vzduchu a stanovení součinitele prostupu tepla. Tato oblast zkoušek si klade za cíl ověřit vlastnosti klimatizačních či topných jednotek, schopnost vychladit, respektive vytopit interiér železničního vozu i během náročných vnějších klimatických podmínek a tím zajistit tepelnou pohodu jak pro cestující, tak pro vlakový personál. Během zkoušení se předmětné vozidlo vybaví příslušenstvím, které má za úkol simulovat zaplnění cestujícími, popřípadě vzít v úvahu meteorologické podmínky, jako například vnější teplotu, ekvivalentní sluneční zatížení, a jejich schopnost ovlivnit výkon systému chlazení nebo vytápění. Příslušenství zahrnuje například vyhřívané podložky, které představují vnímané teplo vydávané lidským tělem, dále vyvíječe páry, které vnášejí do interiéru vlhkost vydechovanou cestujícími (tzv. latentní teplo), ale také topné prvky, které mají za úkol rovnoměrně vyhřívat interiér jako simulace slunečního svitu. Při měření využíváme modulární měřicí systém od renomované firmy Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH typu UPM100, který umožňuje připojit desítky teploměrů (typ PT100) a čidel relativní prostorové vlhkosti (typ T0210), čímž jsme schopni pokrýt široké spektrum zkoušených vozů, jednotek nebo hnacích vozidel. Hodnoty jsou zpracovávány měřicí ústřednou a následně přeneseny do počítače, ve kterém dochází k přehlednému zobrazení naměřených dat v reálném čase, a to jak ve formě číselné, tak i ve formě grafické. Během zkoušky jsou měřená data průběžně sledována našimi odborníky, díky čemuž můžeme již během zkoušky odhalit případné nestandardní chování zkoušeného systému. Výsledná data jsou porovnávána s požadavky norem ČSN EN 14 750-1 „Železniční aplikace – Klimatizace pro městská a příměstská kolejová vozidla –

Část 1: Parametry pohodlí a ČSN EN 14 813-1 „řezniční aplikace – Klimatizace stanoviřt e strojvedoucího/řidiče – Část 1: Parametry pohodlí“. Nedílnou součástí této velmi obsáhlé skupiny zkoušek je i měření rychlosti proudění vzduchu a jeho mnořství. To má za cíl ověřit, ře na sedadlech pro cestuj ıcı nebude překročena rychlost proudění vzduchu stanovená v ČSN EN 13 129 „řezniční aplikace – Klimatizace pro kolejová vozidla hlavních tratí – Parametry pohodlí a typov e zkoušky“, a tím pádem zda bude dodrřen komfort pro cestuj ıcı. Na tuto  ast zkoušek jsme vybaveni přesnými anemometry, a to jak vrtulkov ymi (typ 0635.9340), tak vřesm erov ymi (typ 0635.1051), od firmy Testo SE & Co. KGaA, která je předním výrobce měřící techniky v oblasti neelektrických veliřin.

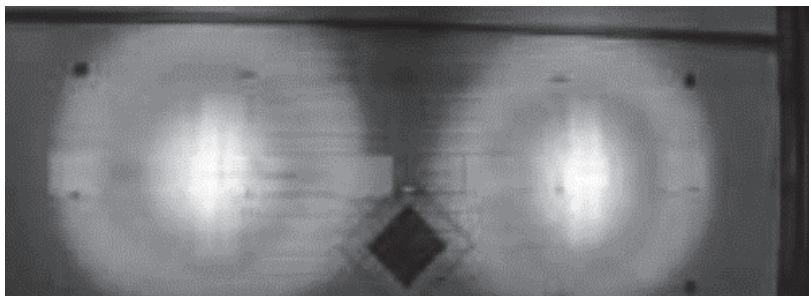


Obr. 2 Vůz p ıpraven y na zkouřku klimatizace

Fig. 2 Interior of passenger coach prepared for the HVAC test

4 VN EřřÍ OSV ETLEN ı KOLEJOVÝCH VOZIDEL

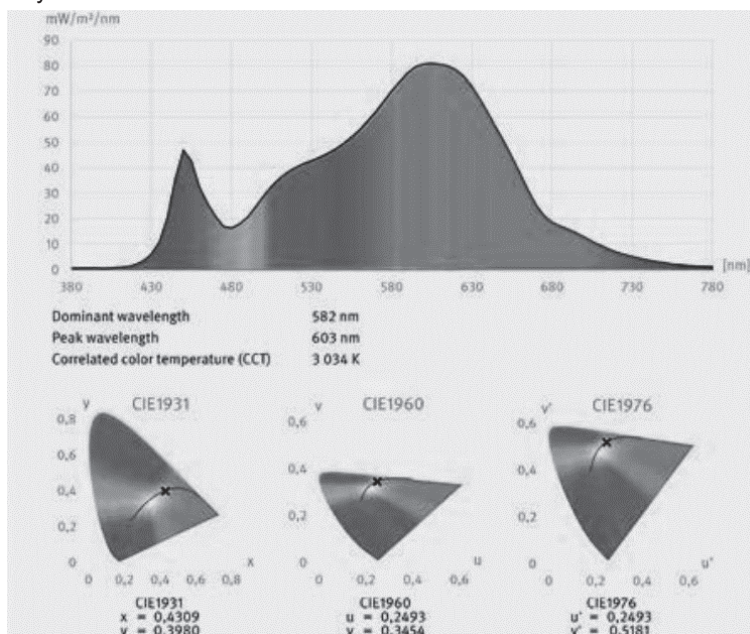
Dalřı v pořadí je měření vn eřřıho umělého osv etl ení. Pí měření se zkouřı nejenom sv ıtlost v různých úhlech od optické osy svítidla, ale nap ıklad i teplota chromatičnosti vyzarovaneho světla. Ke stanovov anı těchto veliřin pouřıv ame kvalitní měřící zařızení od renomovaného německého výrobce v oblasti fotometrie GOSSEN Foto-und Lichtmesstechnik GmbH. Jedná se o digitální luxmetr typu 5032B a spektrometr typu MAVOSPEC BASE M521G. Pro měření vzdáleností a  hl ı pouřıv ame digitální  hlo měř, laserový d alkom eř a  arov y laser od firmy Bosch GmbH.



Obr. 3 Promítnutí vnějších svítidel na měřicí rovinu

Fig. 3 Projection of external lights onto the measuring plane

Výsledné hodnoty se nicméně musí ještě zpřesnit pomocí koeficientů (například koeficientu na typ zdroje světla). Následně se konečné hodnoty porovnávají s požadavky již výše uvedeného Nařízení Evropské komise č. 1302/2014 (TSI LOC&PAS), respektive v případě železničních vozidel ČSN EN 15 153-1 „Železniční aplikace – Vnější výstražná světelná a zvuková zařízení – Část 1: Čelní světlomety, poziční a koncová světla pro železniční vozidla“ nebo pro městské dráhy ČSN EN 15 153-3 „Železniční aplikace – Vnější výstražná světelná a zvuková zařízení – Část 3: Vnější výstražná světelná zařízení pro městské dráhy“.



Obr. 4 Příklad měřeného spektra vyzařovaného světelným zdrojem

Fig. 4 Example of a measured spectrum emitted by a light source

5 MĚŘENÍ SROZUMITELNOSTI VLAKOVÉHO ROZHLASU METODOU STIPA

Metodika měření srozumitelnosti byla vypracována na základě normy ČSN EN 60268-16 ED.2, Elektroakustická zařízení – Část 16: Objektivní hodnocení srozumitelnosti řeči indexem přenosu řeči. Metoda STIPA (*Speech Transmission Index for Public Address*

systems) a je popsána v P riloze B této normy. Hodnocen  srozumitelnosti je poľadov no v Nařizen  Komise (EU)  . 1300/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o TSI PRM, kde jsou uvedeny poľadavky na minim ln  úroveň srozumitelnosti; mluven  informace musí mít minim ln  úroveň indexu přenosu řeči pro m stn  rozhlas (STIPA) 0,45.

Objektivn  metody určení srozumitelnosti jsou zaloľeny na sniľen  modulačního indexu měřicího signálu simulujícího lidskou řeč vlivem testovaného systému. Metoda STI je zaloľena na určení p renosov  funkce modulace pro 7 oktávových p sem (modulovaných p smov ch ťum ) v rozsahu 125 Hz aľ 8 kHz a 14 modulačních signálů v rozsahu kmitočtů od 0,63 Hz aľ 12,5 kHz (středn  kmitočty třetinooktávových p sem), tedy celkem pro 98 hodnot. Metoda STIPA pops n  v normě EN 60268-16:2011 v p riloze B je zjednodušenou verzí metody STI, je definována pro vťech sedm oktávových p sem, p ičemľ kaľd  z těchto pásem je současne modulováno pouze dvěma modulačními signály. Omezuje se tedy na určení pouze 14 hodnot p renosov  funkce modulace. Měřicí signál metody STI je vytvořen na základě definice amplitudov  modulace. Nosn  signály jsou vytvořeny filtrací r ľzov ho ťumu sadou  /2-oktávových filtrů.  roveň signálu v jednotlivých pásmech je nastavena tak, aby v sledn  signál odpovídal kmitočtovému spektru řeči.

Měřicí signál je p řiveden na vstup testovaného komunikačního systému (mikrofon komunikačního systému, linkov  vstup apod.) osobního železničního vozu nebo jednotky. Index srozumitelnosti řeči se vyhodnocuje ve zvolených měřicích m stech ve zkoušen m prostoru vozidla, kde jsou umístěny měřicí mikrofony. Jedná se o kondenz torov  měřicí mikrofony Brüel & Kj er typ 4189 nebo 4192 pro elektroakustick  m řen . Pro zpracování a vyhodnocení měřeného signálu je pouľiv n multianaliz tor PULSE 3050-A-060 rovn ľ od firmy Brüel & Kj er.



Obr. 5 Um l   sta jako jedna z moľnost  pro zaveden  měřicího signálu na vstup testovaného systému

Fig. 5 Mouth simulator as one of the options for introducing a test signal to tested system

Index přenosu řeči m ľe nabývat hodnot v rozsahu od 0 do 1; čím je jeho hodnota v ťť , t m je srozumitelnost řeči lepť .

6 M ŘEN  DYNAMICKÉHO  TLUMU TRATI

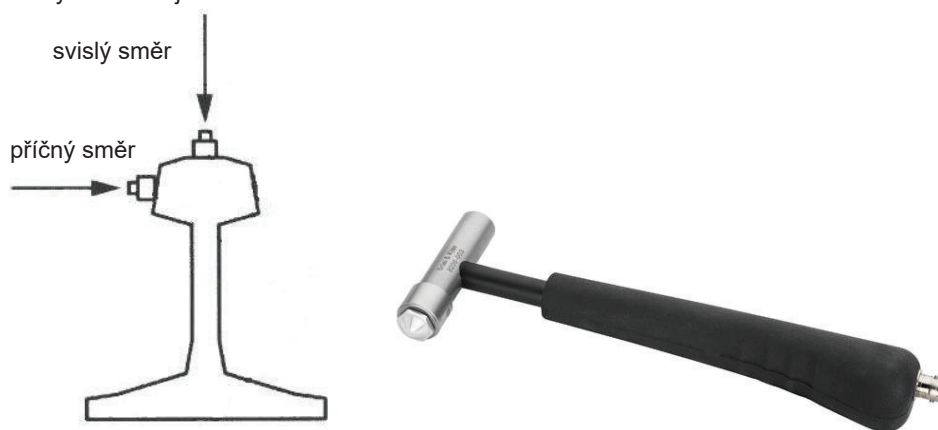
Dynamick   tlum trati (TDR = track decay rate) je vedle akustick  drsnosti povrchu kolejnic parametr, kter m se charakterizuje referenční kolej, na které se provádí m řen  akustických parametrů koľajových vozidel. Limitní hodnoty obou zm n n ch parametrů jsou uvedeny v normě ČSN EN ISO 3095 „Akustika -  elezničn  aplikace - M řen  hluku

vyzařovaného kolejovými vozidly” a jejich splnění je vyžadováno v TSI Hluk (Nařízení Komise (EU) č. 1304/2014 ze dne 26. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „kolejová vozidla – hluk“).

Zjištění stupně dynamického útlumu tratě se provádí dle kap. 6 normy EN 15461+A1 “Železniční aplikace – Emise hluku – Charakterizace dynamických vlastností úseků koleje pro měření hluku při průjezdech”.

Stupeň dynamického útlumu tratě je zjišťován na kolejnicovém pásu ve svislém a příčném směru – viz **obr. 6** vlevo.

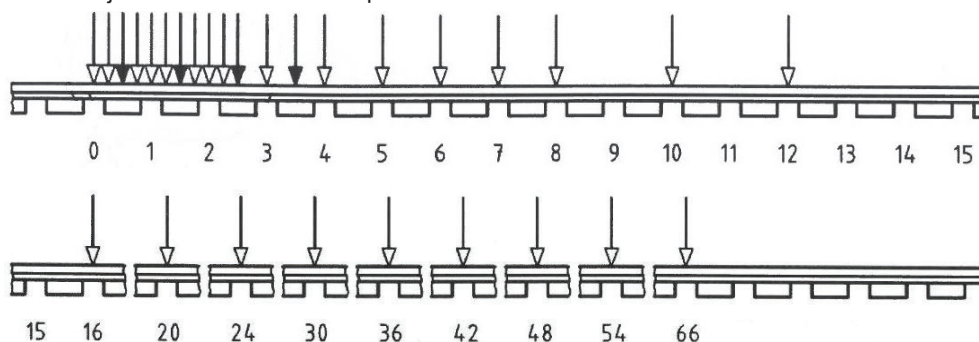
Pro vybuzení signálu používáme rázové kladívko Brüel & Kjaer typu 8206-003 (viz **obr. 6** vpravo); na měření odezvy ve formě akcelerance (zrychlení/budicí síla) používáme jednoosé snímače zrychlení Brüel & Kjaer typu 4533-B a 4534-B. Pro zpracování a vyhodnocení měřeného signálu je používán multianalizátor PULSE 3050-A-060 rovněž od firmy Brüel & Kjær.



Obr. 6 Umístění snímačů zrychlení na měřené kolejnici (vlevo), rázové kladívko (vpravo)

Fig 6 Location of accelerometers on the measured rail (left), impact hammer (right)

Soubor míst buzení na vyšetřované kolejnici je uveden na **Obr. 7**. Tento soubor je stanoven jako funkce mezer mezi pražci.



Obr. 7 Soubor míst buzení na vyšetřované kolejnici

Fig 7 Set of excitation points on investigated rail

Stupeň dynamického ůtlumu se vyhodnocuje dle kap. 7 normy EN 15461 + A1. M $\acute{ı}$ ry dozuv \acute{a} n $\acute{ı}$ DR se vypořit \acute{a} j $\acute{ı}$ pro kařd \acute{e} řetinuokt \acute{a} vov \acute{e} p \acute{a} smo pomocí n \acute{a} sleduj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$ rovnice:

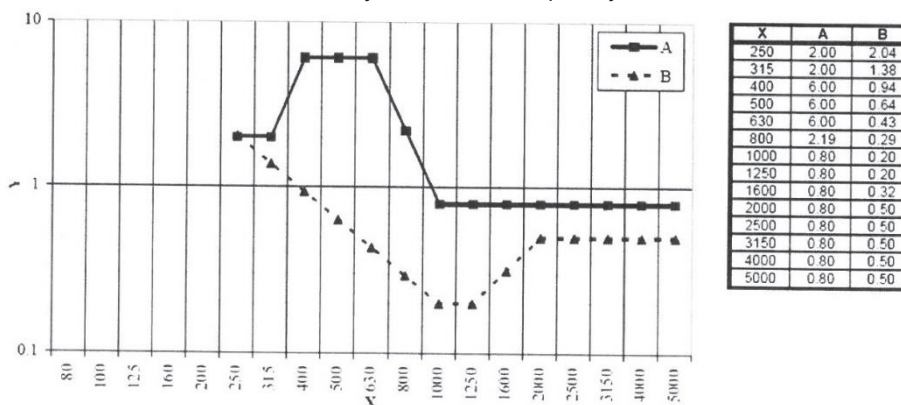
$$DR = \frac{4,343}{\sum_{n=0}^{n_{max}} \frac{|A(x_n)|^2}{|A(x_0)|^2} \Delta x_n} \quad (1)$$

kde:

$A(x_n)$ – funkce frekv \acute{e} nn $\acute{ı}$ odezvy v m $\acute{ı}$ st \acute{e} x_n v pod \acute{e} ln \acute{e} m sm \acute{e} ru koleje

Δx_n – n -t \acute{y} interval

Dle pořadavku TSI Hluk nam \acute{e} řen \acute{e} hodnoty stupn \acute{e} dynamického ůtlumu zkuřebn $\acute{ı}$ trat \acute{e} (referen \acute{c} n $\acute{ı}$ ho hlukov \acute{e} ho ůseku) z \acute{u} st \acute{a} vaj $\acute{ı}$ v platnosti po dobu za \acute{c} inaj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$ jeden rok p \acute{r} ed m \acute{e} řen $\acute{ı}$ m a kon \acute{c} ic $\acute{ı}$ jeden rok po dan \acute{e} m m \acute{e} řen $\acute{ı}$ m za p \acute{r} edpokladu, ře b \acute{e} hem t \acute{e} to doby nebude prov \acute{a} řen \acute{a} ř \acute{a} dn \acute{a} ůdrřba trat \acute{e} , kter \acute{a} by m \acute{e} la vliv na stupeň dynamického ůtlumu.



Legenda

Y stupeň dynamického ůtlumu (TDR), dB/m

X kmito \acute{c} et, Hz

A limit TDR ve svisl \acute{e} m sm \acute{e} ru

B limit TDR v p \acute{r} ic \acute{h} n \acute{e} m sm \acute{e} ru

Obr. 8 Doln $\acute{ı}$ limitn $\acute{ı}$ kř \acute{v} ky stupn \acute{e} dynamického ůtlumu

Fig 8 Lower limit curves for the track decay rates

7 Z \acute{A} V \acute{E} R

Zkuřebn $\acute{ı}$ laboratoř si zakl \acute{a} d \acute{a} na proz \acute{a} kaznick \acute{e} m p \acute{r} istupu, a proto je mořn \acute{e} postupy zkouřek p \acute{r} izp \acute{u} sobit z \acute{a} kazn $\acute{ı}$ kovi na m $\acute{ı}$ ru. Zkouřky lze prov \acute{a} ř \acute{e} t nejen jako schvalovac $\acute{ı}$ ale i jako zkouřky v \acute{y} vojov \acute{e} . Zkuřebn $\acute{ı}$ laboratoř umořnuje tak \acute{e} vytvořit individu \acute{a} ln $\acute{ı}$ harmonogram zkouřek i nad r \acute{a} me \acute{c} rozsahu akreditace. V dneřn $\acute{ı}$ m konkuren \acute{c} n $\acute{ı}$ m p \acute{r} ostřed $\acute{ı}$ je d \acute{u} leřit \acute{e} posouvat se d $\acute{a$ le a reagovat nejen na nov \acute{e} pořadavky z \acute{a} kazn $\acute{ı}$ k \acute{u} , ale i na v \acute{y} voj v oblasti dr \acute{a} řn $\acute{ı}$ techniky, p \acute{r} edpis \acute{u} ři norem. Proto j $\acute{ı}$ ř p \acute{r} ipravujeme dalř $\acute{ı}$ rozř $\acute{ı}$ řen $\acute{ı}$ rozsahu akreditace a p \acute{r} id \acute{a} n $\acute{ı}$ dalř $\acute{ı}$ ch zkouřek do nařeho portfolia.



Resumé

Zkušební laboratoř Výzkumného ústavu železničního (VUZ) v uplynulém roce významně rozšířila portfolio prováděných akreditovaných zkoušek. Jedná se zejména o zkoušky dveří, zkoušky klimatizace a vytápění, měření dynamického útlumu tratě a jiné.

Summary

In the last year the Testing Laboratory of Railway Research Institute (VUZ) significantly expanded the portfolio of accredited tests. These are mainly door tests, HVAC system tests, measurement of track decay rate and others.

