

## 20 LET ČINNOSTI ODDĚLENÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL NEJEN V ČESKÉ TŘEBOVÉ

Martin KOHOUT

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

### 1. Úvod

Oddělení kolejových vozidel je součástí Katedry dopravních prostředků a diagnostiky, Dopravní fakulty Jana Pernera (DFJP). Základním posláním oddělení je zajištění odborné výuky studentů v bakalářském, inženýrském i doktorském studijním programu. Kromě pedagogického procesu je činnost pracovníků oddělení velmi úzce spjata s aplikovaným výzkumem, který umožňuje aplikovat teoretické znalosti z oboru kolejových vozidel v praxi a zároveň umožňuje získat nezbytné praktické zkušenosti. V následujících odstavcích je shrnuto to nejdůležitější z dvacetiletého působení týmu pracovníků Oddělení kolejových vozidel nejen v České Třebové.

### 2. Simulační výpočty

Vědeckovýzkumnou činnost oddělení lze rozdělit do několika hlavních oblastí. Jednou z nich jsou simulační výpočty jízdních a vodicích vlastností vozidel.

Pro zjišťování chování vozidla ve fázi návrhu, projektování, výroby, schvalování i následném provozu se dnes již běžně používají simulační výpočty, tzv. multi body simulation (MBS). Pomocí počítačových simulací tak lze například optimalizovat náklady na výrobu i následný provoz kolejových vozidel při zachování požadovaných chodových vlastností a silového působení mezi vozidlem a kolejí.

Možnosti využití komerčních software pro simulaci chování kolejového vozidla, jakými jsou např. SIMPACK, ADAMS či MEDYNA, nebylo v počátcích nově vzniklého oddělení na DFJP možné z ekonomických důvodů. Nejen proto bylo rozhodnuto jít vlastní

cestou. Postupně tak začal vznikat programový systém simulace jízdy kolejového vozidla (označován jako SJKV), založený na platformě Borland Delphi, který navíc umožnil plnou kontrolu nad všemi částmi simulačního programu.

Prvními projekty, kdy byl použit tento software, bylo zjišťování chování sunutých souprav nových motorových vozů 843 [8] či elektrických jednotek 471 [7], problematika vykolejování dvounápravových nákladních vozů v provozu Gbgs [9] či neklidný chod lokomotiv s maximální rychlostí 160 km/h na modernizovaných tratích. Další programové varianty simulačních programů umožňují zjišťovat nebezpečí zaklesnutí nárazníků vozidel, modelovat brzdné procesy a další záležitosti související především s bezpečným provozem kolejových vozidel.

Kromě zvládnutí modelování dynamických systémů s mnoha stupni volnosti a nelineárními vazbami pružicích a tlumicích prvků používaných v konstrukci vozidel bylo nutné zvládnout také vazbu dvojkolí ke koleji, a to jak z pohledu geometrického, tak z pohledu silového.

Geometrickou vazbu dvojkolí-kolej v příčném směru lze popsat charakteristikami dvojkolí-kolej, kterými jsou funkce  $dR$ , funkce  $\tan G$  a ekvivalentní konicita [1]. Všechny tyto funkce vychází ze zjednodušeného řešení kontaktu dvou tuhých těles při vzájemném příčném posouvání. Problematika, zdánlivě jednoduchá, nebyla dříve podrobněji publikována a chyběly nástroje pro sběr dat o skutečném stavu dvojkolí a koleje a jejich vyhodnocení. Pro zjišťování charakteristik kontaktní geometrie dvojkolí-kolej byl proto vytvořen nástroj v podobě vlastního software pod označením Kontakt3, který byl poskytnut výzkumnému ústavu DB Minden. Postup vyšetřování se později stal základem pro hodnocení vazby dvojkolí ke koleji ve vyhlášce Mezinárodní železniční unie UIC519 a poté i EN 15302 [3].

Kromě geometrické vazby bylo nutné řešit také vazbu silovou, zabývat se fenoménem adheze. V této problematice bylo navázáno na práci prof. Freibauera a prof. Polácha.

### 3. Měření v laboratoři i v provozu

Nezbytným předpokladem pro stavbu důvěryhodných modelů kolejových vozidel bylo a je získávání reálných údajů o vlastnostech jednotlivých prvků a vazeb dynamického modelu vozidla a koleje do simulačních výpočtů.

Již od počátku byla snaha získávat data o reálných prvcích v konstrukci vozidel, nejlépe za různých provozních podmínek, měřením v provozu nebo v laboratoři. Druhou, neméně důležitou činností, bylo měření chování vozidel či jejich částí v provozu z důvodu možnosti objasnění nevhodného chování, získání informací pro další analýzu a návrh opatření [14] a také z důvodu možné validace výpočetního modelu. Data byla nejprve získávána z měření prováděných jiným subjektem, postupně ovšem došlo k rozšíření měřicích techniky oddělení s cílem zajistit si měření vlastními silami.

V dnešní době je možné zajistit pracovníky oddělení například měření jízdních a vodicích vlastností vozidel na základě měření zrychlení a deformací v provozu, zjistit parametry dvojkolí a koleje v provozu a určit charakteristiky pružných či tlumicích vazeb či částí konstrukcí na dynamickém zkušebním stavu dopravní fakulty. Kromě toho bylo na unikátním zkušebním stavu DFJP v rámci spolupráce s firmou VUKV vyvinuto měřicí dvojkolí, umožňující měření svislých a příčných sil mezi vozidlem a kolejí pomocí standardního dvojkolí nedestruktivní úpravou desky kola.

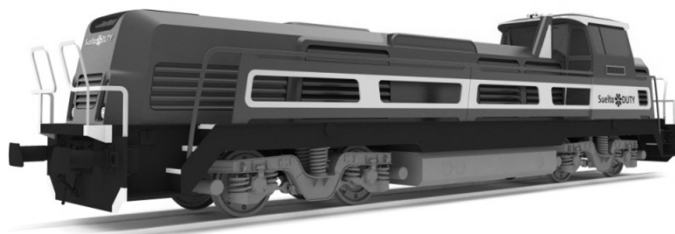
#### 4. Problematika vazby dvojkolí ke koleji

V rámci řešení problémů s jízdními a vodicími vlastnostmi vozidel či zvýšeným silovým působením mezi vozidlem a kolejí bylo vytvořeno několik návrhů jízdních obrysů kol (ZI-3, ZI-4, kužel 2A, DPMB004, PR-1) a příčných profilů hlav kolejnic v přímé kolejí (doporučení použití tvaru hlavy kolejnic UIC60lots136 na modernizovaných koridorových tratích [6]), obloucích (využití speciálních tvarů hlav kolejnic za účelem snížení silového působení mezi vozidlem a kolejí v obloucích [5, 13] i ve výhybkách [10]). Většina návrhů se ve zkušebním provozu na síti SŽDC či dopravních podnicích osvědčila a je používána dosud (např. [12], [11]).

#### 5. Spolupráce s podniky – aplikovaný výzkum

Vědeckovýzkumná činnost pracovníků oddělení by nebyla možná bez velmi úzké spolupráce s průmyslovými podniky jako je ŠKODA Transportation či CZ LOKO, jak bude ukázáno na následujícím příkladu.

Dopravní fakulta Jana Pernera spolupracovala v letech 2010-2013 se společností CZ LOKO, a.s. na řešení projektu Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky, jehož cílem byla výroba prototypu lokomotivy řady 744.0 a příprava širokorozchodné verze pro rozchod koleje 1520 mm podle standardů GOST.



**Obr. 1** Model lokomotivy řady 744.0

Lokomotiva řady 744.0 CZ LOKO je čtyřnápravová motorová lokomotiva s diesel-elektrickým přenosem výkonu a s uspořádáním pojezdu B0'B0', která je určena pro traťovou službu a posun. Modulární koncepce lokomotivy umožňuje výrobu různých verzí o výkonu od 800 do 1500 kW a s maximální rychlostí až do 120 km/h. Lokomotiva je vybavena spalovacím motorem Caterpillar, který pohání trakční alternátor Siemens.

Pohon dvojkolí zajišťují čtyři tlapové trakční motory s valivým uložením, každý o výkonu 360 kW. Trakční motory mohou být asynchronní, nebo stejnosměrné.

Hlavní rám lokomotivy je uložen na dvou dvounápravových podvozcích prostřednictvím flexicoil pružin. Přenos podélných sil z rámu podvozku na skříň lokomotivy zajišťuje otočný čep. Vedení dvojkolí v rámu podvozku je ojníčkové; primární vypružení je realizováno dvěma flexicoil pružinami u každého ložiska. Svislé vypružení je v primárním i sekundárním stupni doplněno hydraulickými tlumiči; tlumení příčných kmitů skříně zajišťují dva příčné hydraulické tlumiče na každém podvozku. Pro lokomotivu s maximální rychlostí 120 km/h je uvažováno i použití podélných tlumičů vrtivých pohybů podvozků.

### **5.1. Simulační výpočty jízdních a vodicích vlastností lokomotivy řady 744.0**

Nová verze simulačního programu, nazvaná SJKV-Lok744, umožnila vyšetřování jízdních a vodicích vlastností jak normálněrozchodné, tak i širokorozchodné lokomotivy, přičemž bylo možné sledovat vliv různých parametrů (celkové hmotnosti, hmotnostních a rozměrových parametrů jednotlivých konstrukčních celků, charakteristik pružných a tlumicích vazeb v pojezdu, charakteristik kontaktní geometrie dvojkolí–kolej atd.) na dynamické vlastnosti tohoto vozidla.

První výsledky simulačních výpočtů širokorozchodné verze lokomotivy řady 744.0 CZ LOKO byly uveřejněny v článku [15]. Během dalšího vývoje došlo k aktualizaci vstupních dat pro simulační výpočty, která byla upřesňována jednak na základě aktuální výkresové dokumentace výrobce vozidla a tak i na základě měření reálných parametrů prvků vypružení a vedení dvojkolí prováděných na dynamickém zkušebním stavu Dopravní fakulty Jana Pernera v Pardubicích.

Výsledky simulačních výpočtů s upřesněnými vstupními daty včetně porovnání dynamických vlastností lokomotiv pro rozchod koleje 1435 mm a 1520 mm jsou uveřejněny v článku [16]. V tomto případě byly posuzovány zejména velikosti kvazistatických vodicích sil, které charakterizují příčné silové působení mezi vozidlem a kolejí při průjezdu lokomotivy s různou celkovou hmotností obloukem velmi malého poloměru. S rostoucí hmotností vozidla a dovolenou rychlostí průjezdu oblouky (dovolený nedostatek převýšení) bývá obvykle z pohledu schvalování vozidla do provozu kritická vodicí síla, protože je v tomto případě nutné splnit limitní hodnotu danou normou ČSN EN 14363:2006, resp. standardy TSI (Technické specifikace pro interoperabilitu). Protože se ukazuje, že velmi výrazný vliv na velikost těchto sil má součinitel tření mezi kolem a kolejnicí (viz též článek [17]), byl vliv této veličiny také vyšetřován.

Jízdní vlastnosti (tedy chování lokomotivy při jízdě v přímé koleji vyšší rychlostí) byly vyšetřovány zjednodušenou metodou – pomocí tzv. analýzy stability, při níž se zjišťuje reakce vozidla na osamělou příčnou nerovnost koleje s cílem stanovit tzv. kritickou rychlost lokomotivy. Při použití této metody se zkoumá kmitání jednotlivých těles dynamického modelu lokomotivy (obvykle pak zejména dvojkolí) po vybuzení. Kromě vlivu hmotnosti lokomotivy, součinitele tření mezi kolem a kolejnicí a podmínek kontaktní

geometrie dvojkolí–kolej byl vyšetřován i vliv tlumičů vrtivých pohybů podvozků. Analýzou stability kolejového vozidla se blíže zabývá též článek [18].

Doposud poslední simulační výpočty, které byly v rámci vývoje lokomotivy řady 744.0 provedeny, měly za úkol kvantifikovat vliv tlapového pohonu lokomotivy na dynamické účinky vozidla na kolej; viz [19].

## 5.2. Měření jízdních a vodicích vlastností lokomotivy řady 744.0

Jízdní a vodicí vlastnosti kolejových vozidel jsou ve fázi přípravy projektu a následného vývoje vozidla ve většině případů zjišťovány pomocí simulačních výpočtů. I přes sofistikovanost komerčních i nekomerčních výpočtových software je ale z důvodu bezpečnosti nakonec nutné ověřit vlastností vyrobeného vozidla pomocí jízdních traťových zkoušek. V současné době je možné provádět jízdně-technické traťové zkoušky vozidel podle normy ČSN EN 14363:2006 [2] nebo podle vyhlášky UIC 518:2009 [4].

V rámci projektu bylo, kromě simulačních výpočtů, provedeno na jaře roku 2012 také měření jízdních a vodicích vlastností vyrobené lokomotivy, které bylo založené na měření zrychlení (zjednodušená metoda dle UIC518). Měření bylo provedeno jako akreditovaná zkouška jízdních a vodicích vlastností lokomotivy, která tak umožnila dokladovat splněnou další podmínku pro schválení lokomotivy, ale také verifikovat simulační model.



**Obr. 2** Lokomotiva řady 744.0 během zkušebních jízd ve stanici Lichkov

## 5.3. Experimentální výzkum charakteristik prvků vypružení lokomotivy 744.0

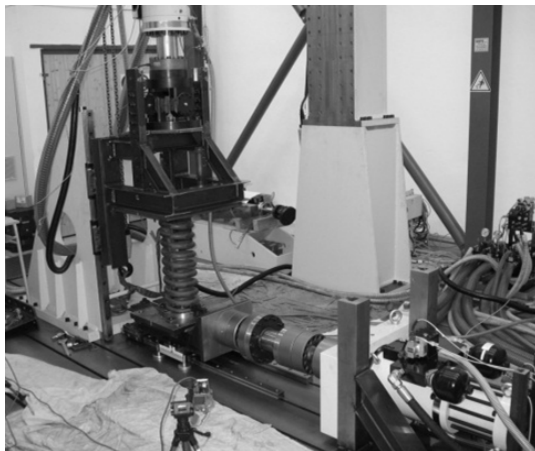
Flexi-coil pružiny jsou dnes nejrozšířenějším prvkem vypružení používaným u moderních kolejových vozidel. Hlavním rysem flexi-coil pružin je možnost příčné deformace.

Tuhost těchto pružin výrazně ovlivňuje jízdní a především vodicí vlastnosti kolejového vozidla. Z tohoto důvodu je důležité znát příčnou tuhost pružiny, kterou lze dnes stanovit výpočtem podle empirických vzorců, numericky metodou konečných prvků a experimentálně. Příčná tuhost je závislá na mnoha vlivech, jako je způsob uložení závěrného závitu, natočení závěrného závitu vzhledem ke směru zatěžování a stoupání

závitu, což je velmi těžké zohlednit v empirických vztazích či analytických výpočtech. Nejpresnějším stanovením příčné tuhosti tedy zůstává experiment. Experimentální stanovení příčné tuhosti flexi-coil pružin totiž umožňuje simulovat uložení dosedacích ploch pružiny přesně jako na vozidle, a to včetně používané pryžokovové podložky.

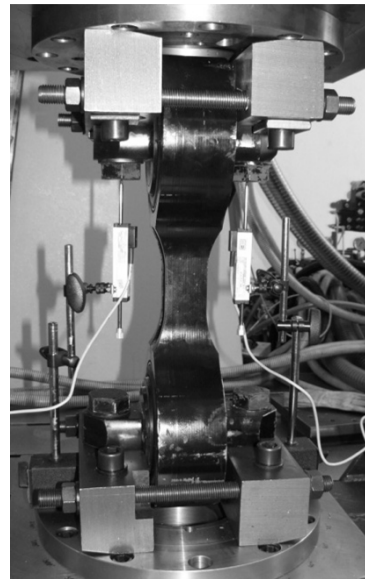
Experimentálně lze také zjišťovat tuhosti i jiných pružných prvků použitých ve vypružení či konstrukci kolejových vozidel. Experimentálně zjištěné tuhosti částí kolejových vozidel jsou pak cennými vstupy při realizaci simulačních výpočtů jízdy kolejového vozidla [20].

Na základě těchto požadavků byl rozšířen dynamický zkušební stav DFJP o zkušební zařízení, které umožňuje měření charakteristik pružných vazeb používaných v konstrukci pojezdu vozidel. Celá sestava zkušebního stavu je zobrazena na obr. 3. Základ zkušebního stavu tvoří upínací pole, na kterém jsou upnuty další nosné prvky. Zkoušená pružina nebo jiný zkoušený objekt je upevněn mezi dva vozíky. Horní vozík je veden svislými lineárními ložisky umožňující pohyb pouze ve svislém směru. Spodní vozík je veden vodorovnými lineárními ložisky umožňující pohyb pouze ve vodorovném směru. Pohon zajišťují dva elektrohydraulické válce, které jsou upevněné k základnímu rámu a jejich písty působí přes klouby a siloměry na příslušný vozík.



**Obr. 3** Zkušební zařízení při testování flexicoil pružiny

V rámci řešení projektu byly testovány pružiny primárního a sekundárního vypružení včetně podložek a ojnice pro vedení dvojkolí.



**Obr. 4** Prvky vypružení a vedení dvojkolí při zkoušení

Nejdůležitějším výsledkem experimentů byly tuhosti reálných prvků vypružení ve všech třech směrech, které byly dále použity jako vstupy do simulačních výpočtů jízdních a vodících vlastností lokomotivy řady 744. Dalším závěrem je zjištění změn příčné tuhosti flexi-coil pružin v závislosti na natočení pružiny kolem svislé osy; vliv, který je mnohdy opomíjen, i když znamená nezanedbatelnou změnu tuhosti vazby.

#### **5.4. Pevnostní výpočty vybraných konstrukčních celků lokomotivy řady 744.0**

Nedílnou součástí prvotního návrhu konstrukce jednotlivých celků vozidla je ověření jejich odolnosti proti provoznímu namáhání, které se z důvodu složitosti většiny konstrukcí provádí v současné době výhradně pomocí numerických výpočtů. Nejběžněji používanou metodou je metoda konečných prvků (MKP).

V rámci projektu byl podroben kolegy z Katedry mechaniky, materiálů a částí strojů pevnostnímu výpočtu rám podvozku, kolo a kapoty lokomotivy. Cílem provedených výpočtů bylo ověření pevnosti těchto konstrukčních částí dle platných norem a definování problematických míst na navrženém konstrukčním celku. Na základě výpočtu bylo možné příslušná nevyhovující místa upravit či optimalizovat.

#### **5.5. Analýza hluku a vibrací lokomotivy řady 744.0**

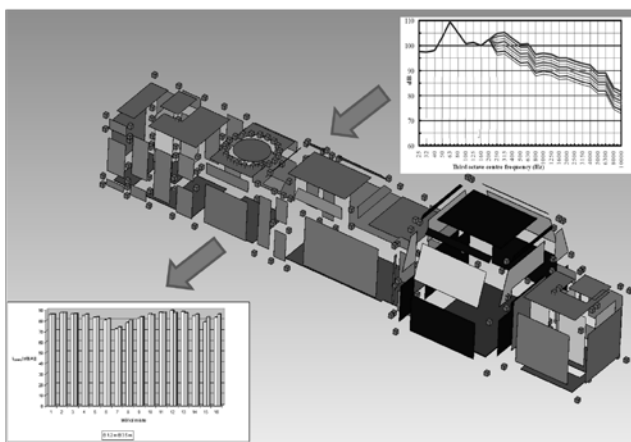
Cílem realizovaných měření a numerického vibroakustického modelování bylo určit hlukové charakteristiky lokomotivy 744.0 z hlediska vnitřního a vnějšího hluku, a to v několika různých režimech činnosti vozidla. Měření vibrací na stanovišti strojvedoucího bylo prováděno jednak za účelem zjištění hodnot celkových vibrací a jejich porovnání s limitními hodnotami a také pro získání informací o frekvenčním spektru působících vibrací z hlediska jejich možného snížení nebo eliminace.

Vlastní vibroakustická měření byla realizována na vozidle ve stacionárním režimu, při různých režimech činnosti motoru (různé otáčky motoru), dále při uzavřených a otevřených krytech motoru. Akustické pole bylo měřeno a analyzováno v několika měřicích bodech umístěných vně a uvnitř vozidla, a to současně několika měřicími mikrofony. Cílem měření bylo zjištění dodržení předepsaných limitních hodnot a zjištění účinnosti hlukového tlumení a vlivu režimu činnosti motoru na hlukové vlastnosti vozidla. Měření vibrací bylo realizováno z důvodu zjištění přenosu vibrací do kabiny lokomotivy.

Z důvodu komplexního řešení problematiky analýzy hluku a vibrací lokomotivy 744.0 byla součástí řešení i realizace simulačního vibroakustického modelu skříně lokomotivy 744.0. Tento simulační model slouží k ověření výsledků realizovaných měření a tento model je možné použít v oblastech hlukové optimalizace vozidla.

Model skříně vozidla byl vytvořen v software VA-One. Model vozidla umožňuje analýzu hluku a vibrací ve stacionárním režimu vozidla. Zdrojem hluku je akustický výkon motoru vozidla a dílčí akustické výkony ostatních agregátů vozidla. Realizovaný vibroakustický model umožňuje optimalizaci akustických parametrů vozidla, a to konkrétně s cílem snížení hladiny hluku emitovaného vozidlem a snížení hladiny hluku a vibrací v kabině strojvedoucího.

Pro toto modelování byly využity metody konečných prvků (FE) a statisticko-energetická analýza (SEA). SEA při znalosti vstupních hodnot dokáže předpovídat průměrné hodnoty hladin vibrací a akustického tlaku ve struktuře a v okolním prostředí (obvykle ve vzduchu).



**Obr. 5** Vibroakustický model lokomotiv

Realizovaná měření jednoznačně prokázala, že z hlediska hlukových emisí vozidla ve stacionárním režimu jsou splněny požadavky TSI. Účinnost hlukového tlumení krytů motoru a antivibrační opatření u kabiny lokomotivy jsou účinná, což potvrdila realizovaná měření i vibroakustický model.



## 6. Závěr

Oblast kolejových vozidel se neustále vyvíjí, což sebou přináší problémy, výzvy či nezodpovězené otázky vyplývající ze specifík místních poměrů, požadavků objednavatelů či nepředpokládaných změn během provozu vozidel či infrastruktury. Na hledání odpovědí či návrhů řešení nemají ovšem mnohdy výrobci a provozovatelé personální ani technické prostředky. Právě toto je oblast, ve které je možné propojit akademické prostředí s praxí pomocí aplikovaného výzkumu, což dokládají výsledky práce kolektivu pracovníků oddělení kolejových vozidel.

Předloženo: 17. 9. 2013

### Literatura

1. IZER, J., ZELENKA, J.: *Charakteristiky kontaktní geometrie*. Scientific Papers of the University of Pardubice, Series B, Nr. 39-62, Pardubice, 1996, ISSN 1211 6610.
2. ČSN EN 14363: *Železniční aplikace – Přejímací zkoušky jízdních charakteristik železničních vozidel – Zkoušení jízdních vlastností a stacionární zkoušky*. Czech Standards Institute, 2006.
3. ČSN EN 15302: *Metody stanovení ekvivalentní konicity*. Czech Standards Institute, 2008.
4. UIC518: *Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour – Safety – Track fatigue – Running behaviour*. UIC, 2009.
5. KOHOUT, M.: *Výzkum kontaktní geometrie dvojkolí kolej při průjezdu vozidel oblouky malých poloměrů*. Dissertation thesis. University of Pardubice, 2009.
6. Izer, J.; Zelenka, J.; Beneš, L.: *Balancing Older Rolling Stock With New High Quality Track: the Relationship of Wheel Set to Rail in After the Modernisation of Czech Railways Lines*. Achieving Best Practice in Wheel/Rail Interface Management, Amsterdam, Netherlands, 2002.
7. Izer, J.; Zelenka, J.: *Optimalizace vypružení elektrického motorového vozu ř. 471*. XIII. Mezinárodní konference „Současné problémy v kolejových vozidlech“, Univerzita Pardubice, DFJP, Česká Třebová, 16. ÷ 18.9.1997.
8. Izer, J.; Zelenka, J.; Kaván, P.: *Simulační výpočty sunutí soupravy vozidel řady 843+043+943*. Zpráva. Univerzita Pardubice, DP DFJP, Česká Třebová, červen 1997.
9. Zelenka, J.; Izer, J.; Musil, M.; Lack, T.: *Simulační výpočty jízdy vozu ř. Gbgs po nerovné koleji*. Univerzita Pardubice, DP DFJP, Česká Třebová, listopad 1994.
10. Izer, J.; Zelenka, J.: *Interakce vozidlo - výhybka*. XIV. mezinárodní konference "Súčasný problémy v koľajových vozidlách", PRORAIL `99, 6.-8.11.1999, Žilina, Slovensko.
11. Kotrba, A.; Zelenka, J.: *Zkušenosti se zavedením nového jízdního obrysu v DKV Brno*. Sborník příspěvků odborného semináře Nová technika na stavbách a v provozu železničních koridorů a městských drah, ISBN 80-248-0118-3, Ostrava, 12.-14.06.2002.
12. Kotrba, A., Zelenka, J.: *Provoz lokomotiv s jízdním obrysem ZI-3 v DKV Brno*. XVI. mezinárodní konference "Súčasný problémy v koľajových vozidlách", PRORAIL 2003, 8.-10.10.2003, Žilina, Slovensko. Sborník přednášek, Díl I., ISBN 80-968823-6-8, str.341÷348.
13. Zelenka J., Kohout M.: *Asymetrické broušení kolejnic v obloucích malých poloměrů*. 13. mezinárodní seminář Traťové stroje v teorii a praxi SETRAS 2005. Žilina, s. 175-181, 2005, ISBN 80-969165-6-4.
14. Zelenka J.: *Chodové vlastnosti motorového pracovního vozu MPV 22 na koridorových tratích ČD*. 12. mezinárodní seminář Traťové stroje v teorii a praxi SETRAS 2004. Žilina, s. 209-220, 2004, ISBN 80-969465-1-3.
15. Zelenka, J., Michálek, T.: *Running and Guiding Behaviour of the Locomotive Class 744.0 CZ LOKO for the Track Gauge 1520 mm*. In: Транспорт Урала, (28), 1/2011. S. 59-63.

16. Kohout, M., Zelenka, J., Michálek, T.: *Vliv změn parametrů lokomotivy CZ LOKO řady 744.0 na dynamické vlastnosti při úpravě pro rozchod koleje 1520 mm*. In: Zborník prednášok 20. medzinárodnej konferencie „Súčasný problémy v koľajových vozidlách – PRORAIL 2011“, Diel II. S. 131-137.
17. Michálek, T.: *Analysis of the Influence of the Friction Coefficient on the Guiding Behaviour*. In: Conference Proceedings of the 13th Conference „Applied Mechanics 2011“. S. 147-150.
18. Zelenka, J., Kohout, M.: *Application of Sensitivity Analysis in Design of Characteristics of Damping Joints in Locomotive Running Gear*. In: Conference Proceedings of the 18th International Conference „Engineering Mechanics 2012“. S. 1589-1595.
19. Michálek, T., Zelenka, J.: *Dynamic Behaviour of Locomotive with Axle-Mounted Traction Motors*. In: Conference Proceedings of the 18th International Conference „Engineering Mechanics 2012“. S. 879-887.
20. Zelenka J., Vágner J., Kohout M., Hába A.: *Experimentální ověření použitých pružících elementů v konstrukci lokomotivy řady 744*. Zpráva č. DP-T-07-11. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2011.

## Resumé

### 20 LET ČINNOSTI ODDĚLENÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL NEJEN V ČESKÉ TŘEBOVÉ

Martin KOHOUT

Článek popisuje více než 20 let úspěšné spolupráce mezi železniční praxí (výrobci a provozovateli železniční infrastruktury a vozidel) a Dopravní fakultou Jana Pernera, Oddělením kolejových vozidel.

## Summary

### 20 YEARS OF ACTIVITY OF SECTION OF RAIL VEHICLES NOT ONLY IN ČESKÁ TŘEBOVÁ

Martin KOHOUT

The article describes more than 20 year of successful cooperation between railway practise (manufacturers and operators of railway infrastructure and vehicles) and Jan Perner Transport Faculty, Section of rail vehicles.

## Zusammenfassung

### 20 JAHRE DER TÄTIGKEIT DER ABTEILUNG DER SCHIENENFAHRZEUGEN NICHT NUR IN ČESKÁ TŘEBOVÁ

Martin KOHOUT

Im Artikel wurde die mehr als 20jährige erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen der Eisenbahnpraxis (Hersteller und Betreiber der Eisenbahninfrastruktur und der Fahrzeuge) und Verkehrsfakultät von Jan Perner, Abteilung der Schienenfahrzeuge beschrieben.