

ZKUŠENOSTI AKREDITOVANÉ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘE Z APLIKACE NĚKTERÝCH POŽADAVKŮ TSI

Zdeněk MALKOVSKÝ¹,

Abstrakt: Příspěvek je věnován problematice technických směrnic pro interoperabilitu a aplikaci některých jejich požadavků při zkouškách kolejových vozidel

Klíčová slova: technické směrnice pro interoperabilitu, normativní předpisy, zkoušení kolejových vozidel, cisternový vůz, RIC vůz

1. ÚVOD

Pro vývoj nových konstrukcí kolejových vozidel, jejich zkoušení a schvalování je v současné době k dispozici rozsáhlý soubor zákonných a normativních předpisů. Zkušebna kolejových vozidel a kontejnerů VÚKV a.s. provádí nejen vlastní zkoušky kolejových vozidel, ale spolupracuje při schvalování kolejových vozidel s mnoha notifikovanými osobami a národními bezpečnostními úřady při jejich schvalování. Díky této dlouhodobé činnosti byly získány rozsáhlé zkušenosti s aplikací TSI v praxi. V příspěvku jsou uvedeny zkušenosti zkušební laboratoře kolejových vozidel VÚKV a.s. ze dvou oblastí, které byly získány jak při realizaci příslušných zkoušek, tak i při diskuzích se zástupci notifikovaných osob.

2. SYSTÉM PŘEDPISŮ

Od 90. let 20. st. jsou na základě směrnic Rady Evropy č. 96/48/ES a č. 2001/16/ES pro jednotlivé subsystémy železniční dopravy vytvářeny Technické specifikace pro interoperabilitu (TSI). Tyto specifikace jsou vydávány jako rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady a mají povahu zákona. Podle výše uvedených směrnic, resp. jejich novelizací č. 2004/50/ES a č. 2008/57/ES mají specifikace TSI předepisovat požadavky, jejichž splnění zajistí požadovanou míru bezpečnosti železničních kolejových vozidel a provoz vlaků v celé železniční síti.

Základní požadavky na kolejová vozidla jsou nyní uvedeny ve směrnici č. 2008/57/ES v příloze III, kapitole 2.4:

Bezpečnost (kap. 2.4.1)

- Konstrukce kolejových vozidel a spojení mezi vozidly musí být řešeny takovým způsobem, aby chránily prostory pro cestující a prostory pro řízení v případě kolize nebo vykolejení.
- Elektrická zařízení nesmějí ohrožovat bezpečnost a fungování řídicích a zabezpečovacích zařízení.
- Způsob brzdění a vzniklé silové působení musí být kompatibilní s konstrukcí kolejí, inženýrskými sítěmi a návěstěním.
- Je třeba přijmout opatření k zabránění přístupu k součástem pod napětím, aby nebyla ohrožena bezpečnost osob.
- V případě nebezpečí musí instalovaná zařízení umožnit cestujícím informovat strojvedoucího a umožnit obsluze vlaku navázat se strojvedoucím spojení.
- Vstupní dveře musí mít zabudovaný systém otevírání a zavírání zaručující bezpečnost cestujících.
- Musí být k dispozici nouzové východy a musí být označeny.

¹ Ing. Zdeněk Malkovský, VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5

- Musí být stanovena příslušná opatření zohledňující zvláštní bezpečnostní podmínky ve velmi dlouhých tunelech.
- Vlaky musí být povinně vybaveny nouzovým osvětlovacím systémem s dostatečnou intenzitou a dobou trvání osvětlení.
- Vlaky musí být vybaveny vlakovým dorozumívacím systémem zajišťujícím komunikaci obsluhy vlaku s cestujícími.

Spolehlivost a dostupnost (2.4.2)

- Konstrukce životně důležitých zařízení, jízdního, trakčního a brzdového zařízení a rovněž systému řízení a zabezpečení musí být řešena tak, aby v situaci zvláštní poruchy umožňovala vlaku pokračovat v jízdě, aniž by byla nepříznivě ovlivněna zařízení, která zůstávají v provozu.

Technická kompatibilita (2.4.3)

- Elektrické zařízení musí být kompatibilní s činnostmi řídicích a zabezpečovacích zařízení.
- V případě elektrické trakce musí vlastnosti sběračů proudu umožnit vlakům jízdu při využívání napájecích systémů železničního systému.
- Vlastnosti kolejových vozidel musí umožnit jízdu na každé trati, na které se předpokládá jejich provoz, při zohlednění odpovídajících klimatických podmínek.

Kontrola (kap. 2.4.4)

- Vlaky musí být vybaveny záznamovým zařízením. Údaje získané pomocí tohoto zařízení a zpracování informací musí být harmonizovány.

Údržba (kap. 2.5)

Ochrana zdraví a bezpečnost (kap. 2.5.1)

- Technické vybavení a postupy používané ve střediscích údržby musí zajistit bezpečný provoz subsystému a nesmějí způsobit ohrožení lidského zdraví a bezpečnosti.

Ochrana životního prostředí (kap. 2.5.2)

- Technické vybavení a postupy používané ve střediscích údržby nesmějí nepřipustným způsobem zasahovat do okolního prostředí.

Technická kompatibilita (kap. 2.5.3)

- Zařízeními pro údržbu kolejových vozidel musí být zajištěny činnosti související s bezpečností, ochranou zdraví a s pohodlím ve všech kolejových vozidlech, pro něž byla zkonstruována.

Zároveň od 90. let 20. století je v rámci CEN/CENELEC vytvářena pro drážní dopravu, a tedy i pro oblast kolejových vozidel, soustava evropských norem. Evropské normy vycházejí z vyhlášek UIC, jsou však obsažnější. V některých případech je ale znění normy v rozporu s vyhláškou UIC, které však i nadále po zavedení evropských norem zůstávají pro členské železnice v platnosti.

Vztah mezi jednotlivými předpisy je též stanoven ve směrnici č. 2008/57/ES. Pro pochopení vzájemných vazeb je nutné správně interpretovat tři pojmy, které tato směrnice používá::

- "*základní požadavky*" - veškeré podmínky stanovené v příloze III, které železniční systém, subsystémy a prvky interoperability, včetně rozhraní, musí splňovat;
- "*evropská specifikace*" - společná technická specifikace, evropské technické schválení nebo vnitrostátní norma provádějící evropskou normu, jak je stanoveno v příloze XXI směrnice č. 2004/17/ES;
- "*technická specifikace pro interoperabilitu*" - specifikace přijatá v souladu se směrnicí č. 2008/57/ES, která se vztahuje na každý subsystém nebo část subsystému tak, aby vyhověl základním požadavkům a zajišťoval interoperabilitu železničního systému;

Ve směrnici č. 2008/57/ES v článku (12) se přímo uvádí, že „vypracování TSI prokázalo potřebu vyjasnit vztah mezi základními požadavky a TSI na jedné straně a evropskými nor-

mami a jinými akty normativní povahy na straně druhé. Především by měly být jasně odlišeny normy nebo části norem, které musí být za účelem dosažení cílů směrnice č. 2008/57/ES prohlášeny za závazné, a harmonizované normy, které byly vypracovány v duchu nového přístupu k technické harmonizaci a normalizaci“.

V článku (13) směrnice č. 2008/57/ES se dále uvádí, že „podle obecného pravidla se evropské specifikace vypracovávají v duchu nového přístupu k technické harmonizaci a normalizaci. Specifikace zakládají předpoklad shody s určitými základními požadavky této směrnice, zejména v případě prvků interoperability a rozhraní. Tyto evropské specifikace nebo jejich použitelné části nejsou závazné a v TSI na ně nemůže být učiněn výslovný odkaz. Odkazy na tyto evropské specifikace se zveřejňují v Úředním věstníku Evropské unie a členské státy zveřejňují odkazy na vnitrostátní normy, které provádějí evropské normy“.

Zároveň v článku (14) směrnice č. 2008/57/ES je ale uvedeno: „TSI mohou, je-li to nezbytně nutné pro dosažení cílů této směrnice, výslovně odkazovat na evropské normy nebo specifikace. Důsledky takového výslovného odkazu je nutné vyjasnit; zejména se takové evropské normy nebo specifikace stávají závaznými okamžikem, kdy vstupuje v platnost TSI“.

Z výše uvedeného přehledu je patrné, jak je soustava předpisů v oblasti drážní dopravy komplikovaná. V této souvislosti je nutné upozornit i na jednu zdánlivou maličkost v TSI, která není na první pohled zřejmá. Jedná se o pojem „otevřený bod“. Podle článku (44) směrnice č. 2008/57/ES platí, že „nelze-li některé technické aspekty odpovídající základním požadavkům do TSI výslovně zahrnout, jsou uvedeny jako "otevřené body" v příloze TSI. Jestliže již bylo vozidlo odpovídající TSI schváleno v jednom členském státě, měla by se dodatečná povolení týkat pouze těch otevřených bodů, které souvisejí s technickou kompatibilitou mezi vozidlem a sítí“. To znamená, že čím více otevřených bodů TSI obsahuje, tím komplikovanější je u vozidla odpovídajícího požadavkům TSI uvedení do provozu v jednotlivých členských státech.

3. TSI VZTAHUJÍCÍ SE NA KOLEJOVÁ VOZIDLA

Pro kolejová vozidla platí v současné době následující TSI:

- a) Rozhodnutí Komise (ES) č. 2006/66 ze dne 23. prosince 2005 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Kolejová vozidla – hluk“ evropského konvenčního železničního systému (účinné od 23.6.2009)
- b) Rozhodnutí Komise 2006/861/ES ze dne 28. července 2006 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Kolejová vozidla - nákladní vozy" transevropského konvenčního železničního systému (účinné od 31.1.2007) včetně Rozhodnutí Komise 2009/107/ES ze dne 23. ledna 2009, kterým se mění rozhodnutí 2006/861/ES a 2006/920/ES o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystémů transevropského konvenčního železničního systému (účinné od 1.7.2009).
- c) Rozhodnutí komise č. 2008/232/ES o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému "Kolejová vozidla" transevropského vysokorychlostního železničního systému (účinné od 1.9.2008).

Vliv na konstrukci kolejových vozidel mají i další TSI, která se prioritně týkají jiných subsystémů, ale s kolejovými vozidly jsou spojena přes rozhraní subsystémů. Pro účely dokumentace dopadu TSI na konstrukci kolejových vozidel jsou v příloze příspěvku uvedeny evropské specifikace tak, jak jsou citovány ve výše uvedených TSI.

4. PEVNOST NÁKLADNÍCH VOZŮ

Do doby zavedení normy EN 12663 se při dimenzování konstrukce nákladních vozů a při jejich zkoušení vycházelo ze zprávy ERRI B12/RP17, 8. vydání. Postupy uvedené v této zprávě vznikly na základě dlouhodobých praktických zkušeností z reálných možností experimentálního ověření konstrukce vozu.

Norma EN 12663 vznikla prioritně pro potřeby výpočetní podpory při vývoji vozidel určených zejména pro osobní dopravu. Při vývoji těchto vozidel byla od poloviny 90. let 20. stol. rozvíjena aplikace metody konečných prvků v oboru kolejových vozidel. Protože vznikaly na rozdíl od klasických osobních vozů typu RIC nové netradiční lehké konstrukce, vznikla nutnost podrobnějšího definování zatížení. Výpočetní postupy, na rozdíl od experimentálního ověřování, umožňují simulovat prakticky jakékoliv zatížení bez ohledu na realitu. Protože se při tvorbě normy EN 12663 oprávněně vycházelo z předpokladu, že fyzikální zákony platí stejně pro jakékoliv vozidlo, byla stanovena platnost této normy pro všechna kolejová vozidla. U nákladních vagónů však nebyla zohledněna reálná úroveň působících sil a některá zatížení jsou prakticky nereálná. Jedná se zejména o:

- maximální svislé provozní zatížení uvažované jako 1,95 násobek svislého statického zatížení. Toto zatížení bylo odvozeno z britské normy RT2100 „Structural requirements for railway vehicles“. Toto zatížení ve Velké Británii zohledňuje případ jízdy při vykolejeném pojezdu, tedy naprosto výjimečnou událost.
- příčné provozní zrychlení 0,4.g. Pokud má vagón těžiště ve výšce větší než 1794 mm nad TK, pak musí, jak vyplývá ze statické rovnováhy, dojít k převrácení vozu. Těžiště nad uvedenou hodnotou má většina konvenčních nákladních vozů v loženém stavu.

Zkušenosti z aplikace požadavků uvedených v normě EN 12663 vedly tvůrce TSI pro nákladní vagóny alespoň k částečné revizi sporných požadavků. V TSI, kapitole 4.2.2.3.2.2. „Maximální svislé zatížení“ se uvádí:

Vozová skříň musí splňovat požadavky uvedené v tabulce 8 normy EN12663, v úpravě, jak je uvedeno níže v poznámce 1.

Vozová skříň musí být také konstruována tak, aby odolala očekávanému maximálnímu zatížení vznikajícímu při nakládce a vykládce. Zatěžovací stav lze definovat ve smyslu zrychlení, které působí na přidávanou hmotnost a na hmotnost skříně se stávajícím užitečným zatížením. Zatěžovací stavy musí vycházet z nejnepříznivějších případů, se kterými provozovatel uvažuje v souvislosti s používáním vozu (včetně předpokládaného přetížení).

POZNÁMKA 1: Místo součinitele 1,95 uvedeného v tabulce 8 normy EN 12663 se použije součinitel 1,3 a poznámka "a" neplatí.

POZNÁMKA 2: Zatížení může být rozloženo jednotně po celé nosné ploše, po omezené ploše nebo na jednotlivá místa. Konstrukce musí vycházet z nejnepříznivějších případů zatížení.

POZNÁMKA 3: Pokud je cílem, aby se po podlaze vozu pohybovala kolová vozidla (včetně vysokozdvížných vozíků atd.), musí konstrukce vyhovět maximálnímu místnímu tlakovému zatížení, které je s takovým provozem spojeno.

V TSI, kapitole 4.2.2.3.2.4. „Zdvihání a zvedání“ se uvádí:

Vozová skříň musí být vybavena zvedacími body, které slouží k bezpečnému zdvihání nebo zvedání celého vozu. Je možné také zdvihnout jednu stranu vozu (včetně podvozku), zatímco druhá strana vozu se opírá o zbývající podvozek.

Zatěžovací stavy stanovené v bodě 4.3.2 normy EN 12663 se vztahují na zdvihání a zvedání v dílně a během údržby.

Při zvedání spojeném pouze s odtahováním po vykolejení nebo po jiné mimořádné události, kde se připouští určitá trvalá deformace konstrukce, je přípustné snížit faktor zatížení uvedený v tabulkách 9 a 10 z hodnoty 1,1 na 1,0.

Pokud se pro ověřovací zkoušku použije součinitel 1,0, pak se k prokázání, že případ vyhovuje i vyššímu součiniteli, naměřená pnutí odvodí.

Ke zvedání se použijí určené zvedací body. Umístění těchto bodů je dáno provozními požadavky zákazníka.

V TSI, kapitole 4.2.2.3.3.1. „Zdroje zatížení“ se uvádí:

Je nutné určit veškeré zdroje cyklického zatížení, které mohou způsobit únavové poškození. V souladu s bodem 4.6 normy EN 12663 je třeba uvážit zdroje uvedené v příloze N a způsob jejich popisu a kombinace musí být v souladu s určeným použitím nákladního vozu. Uvažované způsoby zatížení musejí také odpovídat konstrukčním pravidlům pro únavu materiálu, která mají být použita podle bodu 5.2, a ověřovací metodě podle bodu 6.3 normy EN12663. Pokud působí kombinace únavových zátěží, musejí být tyto zátěže zahrnuty způsobem, který je v souladu s jejich vlastnostmi a použitou formou konstrukční analýzy a únavovými konstrukčními pravidly.

U většiny konstrukcí konvenčních vozů lze zatížení definované v tabulce 16 normy EN12663 považovat za postačující k tomu, aby představovala plnou efektivní kombinaci únavových zátěžových cyklů.

Tvůrci TSI se tedy snažili vrátit postup dimenzování konvenčních nákladních vozů zpět k pravidlům používaným v době platnosti zprávy ERRI B12/RP17. Je zde však jeden zásadní rozdíl. Při aplikaci požadavků zprávy ERRI B12/RP17 se vycházelo z předpokladu, že přeepsané zkoušky a jejich vyhodnocení provádí erudovaný odborník, který má dlouhodobé zkušenosti v oboru pevnosti nákladních vozů.

Hodnocení podle TSI je však dnes u mnoha notifikovaných osob prováděno osobami, které nemají odpovídající znalosti a zkušenosti a proto často prosazují takový výklad TSI, který je v rozporu s dobrým úmyslem tvůrců. Například pojem konvenční vůz má mezi notifikovanými osobami mnoho výkladů. Asi nejzajímavější je ten, že o konvenčním voze lze mluvit až po dlouhé době provozu a tedy nikoliv o voze, který je schvalován, byť vychází z osvědčené konstrukce.

Velmi nepříjemně se tento rozdílný přístup projevuje v pozměňování praxí vyzkoušených zkušebních postupů. Jako příklad lze uvést ověřování zkouškou pevnosti cisternového vozu pro svislé zatížení. Pro konvenční nákladní vozy, mezi než bezesporu většina cisternových vozů patří, bylo dimenzování na svislé zatížení prokazováno pouze statickým zatížením bez dynamického přitížení 30 %, které je uvedeno mj. v tabulce 16 normy EN 12663. Této skutečnosti byla přizpůsobena i dovolená napětí, která jsou stejná jak ve zprávě ERRI B12/RP17,8. vydání, tak i v TSI, v příloze N. Zde jsou uváděna dovolená napětí jak pro případ zatížení pouze svislého statického, tak i pro případ jeho 1,3 násobku.

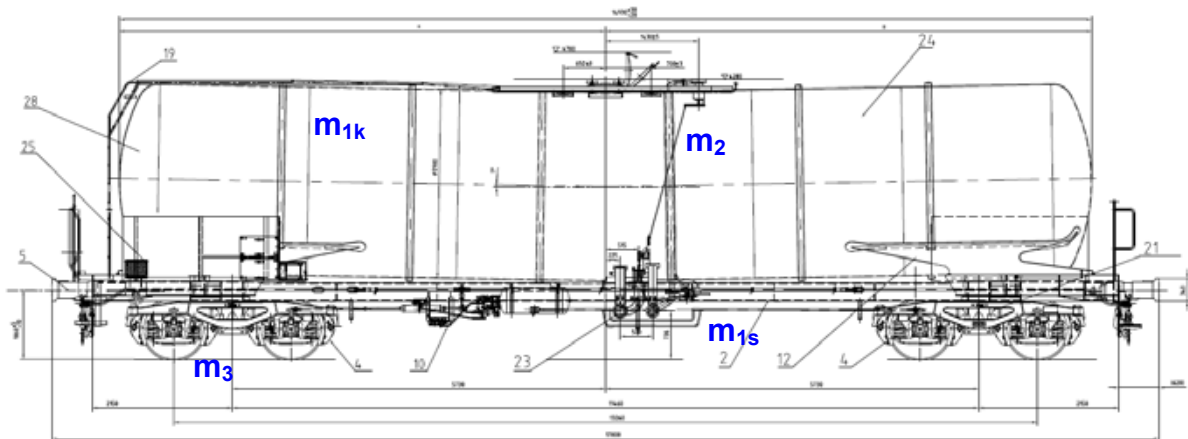
Na obr. 1 je zobrazen klasický cisternový vůz. Hmotnost cisternového vozu se z hlediska zkoušení dělí na čtyři části:

- hmotnost kotle m_{1k}
- hmotnost spodku vozu m_{1s}
- hmotnost nákladu m_2
- hmotnost pojezdu m_3

Obvyklý postup zatěžování aplikovaný většinou akreditovaných zkušeben je následující:

- 1) zatížení vozu naplněním kotle odpovídající hmotnosti spodku m_{1s} a kotle m_{1k}

- 2) naplnění kotle hmotností odpovídající hmotnosti nákladu m_2
- 3) sečtení napětí od zatížení v bodech 1 a 2.



obr. 1

Z důvodu neznalosti je často požadováno, aby naplněním kotle byl simulován stav 1,3 násobku hmotnosti plně loženého vozu bez hmotnosti podvozků, tj. hmotnosti $1,3 \cdot (m_{1s} + m_{1k} + m_2)$. V tomto případě ale nastává výrazné přetěžování spodku vozu a zejména sedel, která obvykle představují nejslabší místo konstrukce. Je nutné si uvědomit, že vlastní hmotnost je reálně stále přítomna a není tedy možné změřit na počátku měření absolutní nulový stav.

V TSI pro nákladní vozy, v kapitole 4.2.2.6.1 se uvádí, že vozy přepravující nebezpečné věci musí splňovat také požadavky podle předpisu RID. V příloze Z popisující podmínky nárazové zkoušky se v kapitole Z.1.4 pro cisternové vozy uvádí: „Pokud je zkoušený vůz vybaven nárazníky kategorie C, může být nárazová síla se souhlasem příslušného provozovatele snížena na 1300 kN (při nárazové rychlosti < 12 km/h). Toto neplatí pro cisternové vozy určené pro přepravu nebezpečných látek kategorie 2 podle nařízení RID. Ty mají být při zkoušce vybaveny nárazníky kategorie A“.

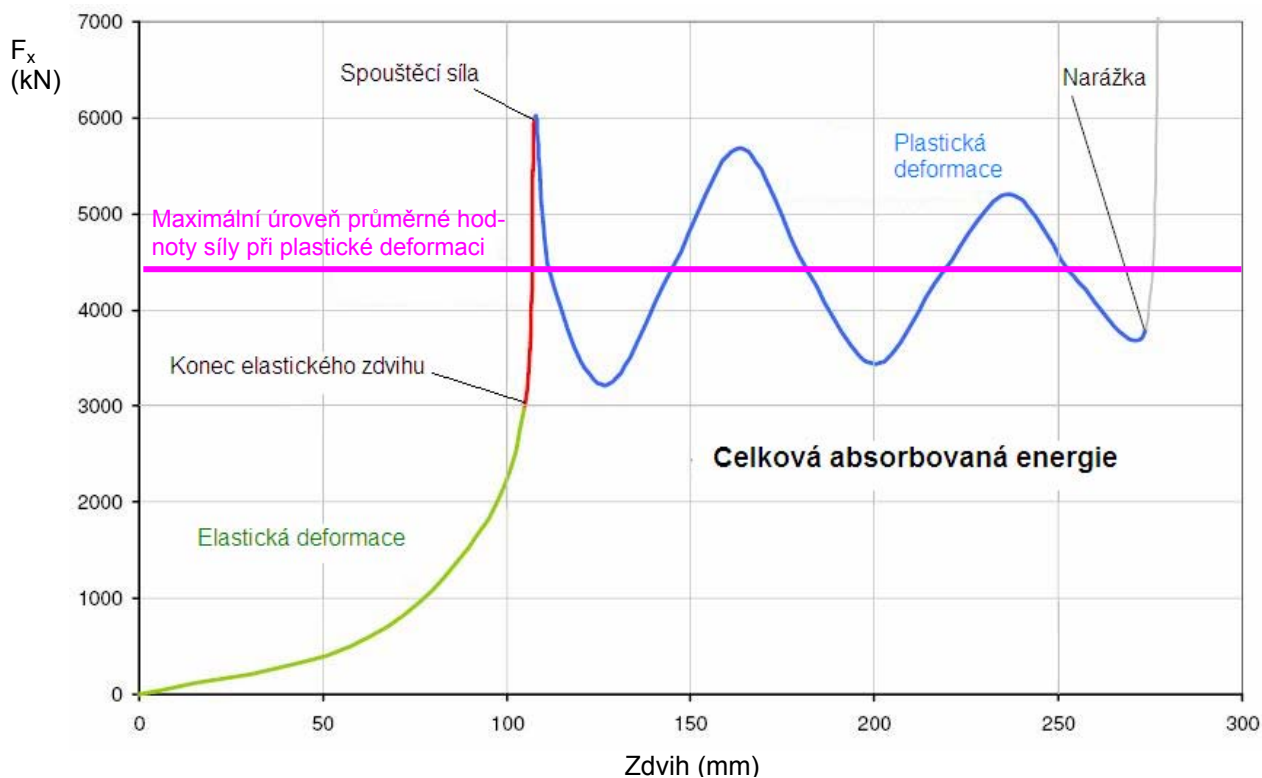
V předpise RID je uveden následující požadavek na odolnost vozu: „Cisternové a bateriové vozy musí být při nárazu nebo nehodě schopny pohltit energii o velikosti nejméně 800 kJ na každém konci vozu elastickými nebo plastickými deformacemi definovaných součástí spodku vozu nebo pomocí podobného postupu (např. dosazením protinárazových prvků). Pohlcení energie plastickými deformacemi konstrukce smí nastat až za podmínek, které jsou mimo rozsah normálního železničního provozu (nárazová rychlost je větší než 12 km/h). Při zachycení/pohlcení energie nejvýše do 800 kJ na každém konci vozu nesmí dojít k žádnému proniknutí sil do nádrže, které by mohlo vést k plastické deformaci nádrže“.

Výše uvedený požadavek je obvykle u cisternových vozů řešen pomocí speciálních crashových nárazníků s vyšší absorpční schopností. Aplikace těchto nárazníků je však spojena s řadou doposud nejednoznačně vyjasněných otázek, které se promítají do extrémních požadavků některých notifikovaných osob a schvalovacích orgánů.

Požadavky na crashové nárazníky jsou uvedeny v evropské normě EN 15551:

- deformační část nárazníku nesmí být při nárazu loženého vozu uvedena do činnosti při rychlostech nižších než 12 km/h
- celková pohlcená energie elastickou a plastickou deformací musí být v případě nových vozů vyšší nebo rovna 400 kJ

- náraz při celkové absorbované energii menší než 400 kJ nesmí u nových vozidel způsobit plastickou deformaci cisterny
- síla na počátku plastické deformace musí být větší než 1500 kN při statickém i dynamickém zatěžování
- maximální úroveň průměrné hodnoty síly u crashových nárazníků při plastické deformaci nesmí z důvodu omezení zpomalení a vyloučení šplhání překročit hodnotu 2200 kN



F_x – celková podélná síla působící na jeden konec vozu

obr. 2

Typický průběh síly působící na čelník vozu vybaveného crashovými nárazníky během nárazu je uveden na obr. 2. Z průběhu síly v závislosti na zdvihu nárazníku je patrné, že dochází ke vzniku dynamických špičkových sil, které převyšují předepsanou střední úroveň 2200 kN pro nárazník, resp. 4400 kN na čelník vozu. Právě tyto špičkové síly, a zejména velikost spouštěcí síly jsou problémem. Dosud není nikde specifikováno, jak v těchto případech postupovat. Notifikované osoby často požadují zvyšovat nárazovou rychlost, tak aby se dosáhlo sil na čelník vyšších, než je doposud při klasických nárazových zkouškách aplikovaná limitní hodnota 3000 kN (resp. 1500 kN na nárazník). Tento postup však vede k nepřijatelnému přetěžování konstrukce vozu, neboť při nárazové zkoušce je dosahováno vyšších podélných zrychlení, než je limitní hodnota 5g. Je nutné si uvědomit, že v tomto případě se již nejedná o klasickou nárazovou zkoušku a nelze k tomu využívat standardní zkušební prostředky. Pro tyto zkoušky je nutné použít vozy, které jsou speciálně upravené pro zkoušky deformační odolnosti vozidel osobní dopravy a lokomotiv podle normy EN 15227. Příklad takového vozu je uveden na obr. 3.

Uvedený problém se nyní pokouší řešit nová norma prEN 12663-2 pro nákladní vozy. Na základě výsledků mnoha zkoušek se dospělo k závěru, že pokud dynamická síla (spouštěcí síla podle obr.2) na nárazník nepřesáhne 3000 kN, pak je dostačující dimenzování spodku vozu na statické podélné zatížení 1000 kN na nárazník. Pokud crashový nárazník bude mít takovou charakteristiku, že špičková síla F_{max} přesáhne hodnotu 3000 kN, pak se sníží v poměru $3000/F_{max}$ hodnota dovoleného napětí pro výjimečné podélné statické zatížení.



obr. 3

5. OSOBNÍ VŮZ KATEGORIE RIC Z HLEDISKA TSI

Osobní vozy kategorie RIC jsou již několik desetiletí v provozu i pro rychlosti 200 km/h. Požadavky na jejich konstrukci byly stanoveny ve vyhláškách UIC (např. 566). S provozem těchto vozů jsou tedy dlouhodobé zkušenosti a lze konstatovat, že se jedná o vyzkoušenou standardní konstrukci. Tyto vozy určené pro standardní rychlost 200 km/h však dnes musí splňovat požadavky uvedené v TSI „Kolejová vozidla“ transevropského vysokorychlostního železničního systému. Tato skutečnost vnáší do vývoje nových RIC vozů mnoho nových požadavků, které je nutné splnit. Co znamenají pro vývoj RIC vozů dva z těchto požadavků, je podrobněji rozebráno v následujícím textu.

5.1. PASIVNÍ BEZPEČNOST

Problematika pasivní bezpečnosti se začala řešit při vývoji vysokorychlostních jednotek dosahujících maximální rychlosti jízdy přes 250 km/h. První normativní postupy pro dimenzování těchto jednotek byly uvedeny ve vyhlášce UIC 660. Principy obsažené v této vyhlášce byly převzaty i do první schválené verze TSI pro vysokorychlostní vozidla. Na základě požadavků uvedených v těchto TSI byla řešena problematika pasivní bezpečnosti v normě EN 15227, která platí od 1.7.2008. Základní text této normy byl pak prakticky beze změny převzat do 1. revize TSI pro vysokorychlostní vozidla, která platí od 1.9.2008. Protože tato TSI je závazná pro vozidla s maximální rychlostí vyšší než 190 km/h, jsou tedy požadavky na pasivní bezpečnost závazné i pro klasické nové RIC vozy s maximální rychlostí 200 km/h. Pro splnění požadavků na pasivní bezpečnost je nutné počítat s následujícími skutečnostmi:

- musí být přesně definována vlaková sestava, pro níž se provádí validace vozu. Při vývoji je tedy nutná úzká spolupráce s dopravcem.
- pro simulační výpočty musí být k dispozici nové druhy materiálových charakteristik. Jedná se o charakteristiky, které jsou zjišťovány při různých rychlostech zatěžování.
- pro simulační výpočty je nutné mít k dispozici podrobné podklady k použitým podvozků. Toto je vyvoláno požadavkem uvedeným v TSI v kapitole A.3.1 „Snížení rizika vzájemného najetí na sebe“: Kritérium přijatelnosti ve vztahu k omezení rizika vzájemného najetí je, že doplňující simulace scénáře 1 prokáže, že při počátečním svislém posunu 40 mm nedochází ke zvednutí všech dvojkolí žádného podvozku a že je zachován prostor pro přežití a jsou dodrženy požadavky ohledně omezení zpomalení. Tato kritéria sama o sobě dostačují pro validaci odolnosti vůči vzájemnému najetí na sebe. Pro splnění tohoto na první pohled jednoduchého požadavku je však nutné ve výpočetním modelu podrobně namodelovat podvozek včetně odpovídajících tuhostí vypružení a charakteristik tlumičů.
- pokud nebudou použity certifikované crashové nárazníky, které zajistí splnění požadavků mj. na velikost pohlčené energie a velikost středního zpomalení 5g v obsazených prostorech, je nutné provést validační crashovou zkoušku. Tato zkouška však znamená destrukci čelní části hrubé stavby skříně.

Z výše uvedeného přehledu vyplývá nejen zvýšení nákladů na vývoj klasického RIC vozu, ale i významné prodloužení doby vývoje. TSI však nabízí v kapitole A.1.2.3 pro interoperabilní vlaky určité zjednodušení z hlediska pasivní bezpečnosti: Všechna vozidla odpovídající TSI pro vysokorychlostní kolejová vozidla a dále splňující následující charakteristiky prvního vozu za předním vozidlem vlakové sestavy budou akceptována pro použití v interoperabilních vlacích, bez další certifikace vlaku.

- Hmotnost musí být stejná nebo menší než hmotnost prvního vozu za předním vozidlem vlakové sestavy.
- Špičková síla musí být stejná nebo menší než špičková síla prvního vozu za předním vozidlem vlakové sestavy.
- Střední síla musí být stejná nebo menší než střední síla, kterou na přední vozidlo působí první vůz vlakové sestavy za tímto předním vozidlem. Aby bylo možné porovnávat střední úroveň podle deformačního nárazu, využijí se charakteristiky energetického nárazu. Křivka energetického nárazu musí být stejná nebo menší než u referenčního vozidla.

5.2. PODMÍNKY PROSTŘEDÍ - MAXIMÁLNÍ KOLÍSÁNÍ TLAKU V TUNELU

V TSI v kapitole 4.2.6.4 jsou uvedeny následující požadavky. *„Kolejová vozidla musí být navržena aerodynamicky tak, aby pro danou kombinaci (referenční případ) rychlosti vlaku a průřezu tunelu v případě samostatného průjezdu jednoduchým tunelem bez zešíkmení a ve tvaru trubice (bez jakýchkoli šachet apod.) byl splněn požadavek na charakteristické kolísání tlaku.*

Shoda musí být prokázána na základě zkoušek provedených v plném rozsahu za použití referenční nebo vyšší rychlosti v tunelu s plochou průřezu, která se co nejvíce blíží referenčnímu případu. Převod na referenční podmínky musí být proveden pomocí ověřeného simulačního softwaru.

Při posuzování shody pouze vozů musí být posouzení provedeno na základě jednoho vlaku v délce 400 m.“

Referenční případ pro RIC vůz je rychlost 200 km/h a průřez tunelu 53,6 m². Jak vyplývá z textu TSI, je nutné provést zkoušku v reálném tunelu. V normě EN 14067-5 jsou uvedeny vztahy pro určení potřebné minimální délky tunelu, v němž budou zkoušky prováděny. Pro vlak délky 400m se v závislosti na způsobu měření minimální délka tunelu pohybuje v rozmezí 1200 až 2200 m.

Tunel, který by vyhovoval referenčnímu případu není v Evropě k dispozici. Proto zkoušky mohou být provedeny v tunelu odlišných parametrů a pro referenční případ je umožněn přepočítání pomocí modelu validovaného na základě výsledků zkoušek. Je otázkou, proč ze všech předepsaných parametrů musí být dodržen při zkoušce parametr maximální rychlosti, když ostatní mohou být odlišné? Průzkum tratí v Evropě s tunely potřebné délky a maximální provozní rychlosti alespoň 200 km/h provedený ve VÚKV přinesl málo povzbuzující výsledek. Dva možné tunely jsou k dispozici ve Spolkové republice Německo, další tunel bude brzy k dispozici ve Švýcarsku a několik tunelů je k dispozici v Itálii. Pro Itálii je však definován trvalý specifický případ, neboť stavba tunelu je odlišná, nicméně průřez tunelů okolo 54 m² se blíží referenční hodnotě. Všechny tyto tunely se nacházejí na vysokorychlostních tratích s velmi hustým provozem. Z tohoto důvodu jsou náklady jen na zajištění výluky, která je nutná pro možnost realizace zkoušky, velmi vysoké. Časová náročnost přípravy takové zkoušky je též velká. Protože se jedná o zkoušky neschváleného vozu, vyžadují národní bezpečnostní autority a správci infrastruktury množství podkladů před povolením zkušebních jízd.

6. ZÁVĚR

Technické směrnice pro interoperabilitu mají představovat nástroj pro zajištění volného pohybu vlaků po tratích evropského železničního systému. TSI předepisují základní požadavky, jejichž splnění zajistí požadovanou míru bezpečnosti železničních kolejových vozidel a provoz vlaků v celé železniční síti. Právě proto, že mají předepisovat pouze základní požadavky, nemohou a ani nepředstavují komplexní návod na konstrukci kolejových vozidel. Mnoho technických požadavků, které jsou v TSI uvedeny vždy v kapitole 4 „Vlastnosti subsystému“ a případně v přílohách, je převzato z evropských norem. Převzaty jsou ale jen části norem a z TSI tak nejsou patrné všechny souvislosti, které jsou objasněny v normách.

Na dvou příkladech bylo ukázáno, jak převzetí požadavků z jednoho typu vozidla na jiný může negativně zasáhnout do standardní ověřené konstrukce. Podle směrnice č. 2008/57/ES *„rozdíl mezi vysokorychlostním železničním systémem a konvenčním železničním systémem není důvodem pro existenci dvou různých směrnic pro vysokorychlostní a konvenční vozidla. Postupy rozvoje technických specifikací pro interoperabilitu jsou stejné pro oba dva systémy, jakož i postupy, které je třeba dodržovat při vydávání osvědčení pro prvky interoperability a subsystémy. Základní požadavky jsou prakticky stejné, jakož i rozdělení systému na subsystémy, na které se musí vztahovat technické specifikace. Jelikož vlaky musí mít možnost volného průjezdu mezi vysokorychlostní sítí a konvenční sítí, technické specifikace obou dvou systémů se z velké části překrývají. Práce na rozvoji TSI mimo jiné ukázaly, že pro některé subsystémy stačí jedna TSI, která se vztahuje na oba dva systémy. Směrnice 96/48/ES a 2001/16/ES je tedy vhodné sloučit“*. Při případném slučování TSI pro vozidla je nutné aktivním přístupem zabránit, aby kritéria, které jsou oprávněná např. pro vysokorychlostní vozidla, nebyla automaticky přenášena na regionální vozidla.

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu MŠMT 1M0519 - Výzkumné centrum kolejových vozidel.

PŘEHLED EVROPSKÝCH SPECIFIKACÍ UVÁDĚNÝCH V TSI

TSI Kolejová vozidla – nákladní vozy

EN 1363-1:1999	Zkoušení požární odolnosti – Část 1: Základní požadavky
EN 1993	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
EN 1999	Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí
EN 10045-1	Kovové materiály - Zkouška rázem v ohybu podle Charpyho - Část 1: Zkušební metoda (V a U vruby)
EN 12663:	Železniční aplikace - Konstrukční požadavky na skříně kolejových vozidel
EN 12972	Nádrže pro přepravu nebezpečného zboží - Zkoušení, kontrola a značení kovových nádrží
EN 13262	Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky - Kola - Požadavky na výrobek
EN 13775-1	Železniční aplikace - Měření nových a modifikovaných nákladních vozů - Část 1: Principy měření
EN 13775-2	Železniční aplikace - Měření nových a modifikovaných nákladních vozů - Část 2: Podvozkové nákladní vozy
EN 13775-3	Železniční aplikace - Měření nových a modifikovaných nákladních vozů - Část 3: Dvounápravové nákladní vozy
prEN 13775-4	Železniční aplikace – Měření nových a modifikovaných nákladních vozů – Část 4: Dvounápravové podvozky
prEN 13775-5	Železniční aplikace - Měření nových a modifikovaných nákladních vozů - Část 5: Třínápravové podvozky
pr EN 13775-6	Železniční aplikace - Měření nových a modifikovaných nákladních vozů - Část 6: Vícedílné a článkové vozy
EN 13848-1	Železniční aplikace – Kolej – Geometrická kvalita koleje – Část 1: Popis geometrie koleje
EN 13979-1	Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky - Celistvá kola - Postup technické schvalování - Část 1: Kovaná a válcovaná kola
EN 22768-2	Všeobecné tolerance - Část 2: Nepředepsané geometrické tolerance (idt ISO 2768-2:1989)
EN 50355:2002	Drážní zařízení - Kabely pro drážní vozidla se speciální odolností proti požáru - Redukovaná a jmenovitá tloušťka izolace - Pokyn pro použití
EN 60721-3-5	Klasifikace podmínek prostředí - Část 3: Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti - Oddíl 5: Zařízení pozemních vozidel
EN ISO 4589-2	Plasty - Stanovení hořlavosti metodou kyslíkového čísla - Část 2: Zkouška při teplotě okolí
EN ISO 5659-2	Plasty - Vývoj dýmu - Část 2: Stanovení optické hustoty v jednoduché komoře
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
ERRI B12/RP17	Programme of tests to be carried out on wagons with steel underframe and body structure (suitable for being fitted with the automatic buffing and draw coupler) and on their cast steel frame bogies (8th edition)
ERRI B126/RP18	Dynamometers for international approval of friction materials - requirements This report replaces B 126/DT 192 dated May 1987 and the first edition of RP 18 dated February 1997.
ERRI DT 85	Allgemein verwendbare Bauteile und Richtlinien für den Bau von Güterwagen (3. Ausgabe)
ERRI B12/DT135	Allgemein verwendbare Berechnungs- methoden für die Entwicklung neuer Güterwagenbauarten oder neuer Güter- wagenendrehgestelle (3. Ausgabe)

TSI Kolejová vozidla – vysokorychlostní

EN 3-3:1994	Přenosné hasicí přístroje – Konstrukční provedení, pevnost v tlaku, mechanické zkoušky
EN 3-6:1999	Přenosné hasicí přístroje. Část 6: Ustanovení pro atestaci shody přenosných hasicích přístrojů podle EN 3 část 1 až část 5
EN 3-7:2004	Přenosné hasicí přístroje - Část 7: Vlastnosti, požadavky na hasicí schopnost a zkušební metody
EN 1363-1:1999	Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky
EN 12082:1998	Železniční aplikace - Nápravová ložiska - Zkouška výkonnosti (Platná norma EN 12082:2008)
EN 12663:2000	Železniční aplikace - Konstrukční požadavky na skříně kolejových vozidel
EN 13272:2001	Železniční aplikace - Elektrické osvětlení v kolejových vozidlech veřejných dopravních systémů
EN 13674-1:2003	Železniční aplikace - Kolej - Kolejnice - Část 1: Vignolovy železniční kolejnice o hmotnosti 46 kg/m a větší (Platná norma EN 13674-1:2003 + A1:2007)
EN 13715:2006	Železniční aplikace - Dvojkolí a podvozky - Kola - Jízdní obrysy kol
EN 14067-1	Železniční aplikace - Aerodynamika - Část 1: Značky a jednotky
EN 14067-5:2006	Železniční aplikace - Aerodynamika - Část 5: Požadavky a zkušební postupy pro aerodynamiku v tunelech
EN 14363:2005	Železniční aplikace - Přejímací zkoušky jízdních vlastností kolejových vozidel - Zkoušky chování za jízdy a stacionární zkoušky
prEN 15328:2005	Železniční aplikace – Brzdění – Brzdové obložení
EN 45545-2	Železniční aplikace - Požární ochrana na železničních vozidlech - Část 2: Požadavky na požární chování materiálů a komponentů
EN 50119:2001	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická trakční nadzemní trolejová vedení
EN 50121-3-1	Drážní zařízení - Elektromagnetická kompatibilita - Část 3-1: Drážní vozidla - Vlak a celkové vozidlo
EN 50121-3-2	Drážní zařízení - Elektromagnetická kompatibilita - Část 3-2: Drážní vozidla - Zařízení
EN 50124-1:2001	Drážní zařízení - Koordinace izolace - Část 1: Základní požadavky - Vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty pro všechna elektrická a elektronická zařízení
EN 50125-1:1999	Drážní zařízení - Podmínky prostředí pro zařízení - Část 1: Zařízení drážních vozidel
EN 50128:2001	Drážní zařízení - Sdělovací a zabezpečovací systémy a systémy zpracování dat - Software pro drážní řídicí a ochranné systémy
EN 50153:2002	Drážní zařízení - Drážní vozidla - Opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem
EN 50155:2001	Drážní zařízení - Elektronická zařízení drážních vozidel
EN 50163:2004	Drážní zařízení - Napájecí napětí trakčních soustav
EN 50206-1:1998	Drážní zařízení - Kolejová vozidla - Pantografové sběrače: Vlastnosti a zkoušky - Část 1: Pantografové sběrače proudu vozidel pro tratě celostátní
EN 50367:2006	Drážní zařízení - Systémy sběračů proudu - Technická kritéria pro interakci mezi pantografem a nadzemním trolejovým vedením (pro dosažení volného přístupu)

Zkušební akreditované zkušební laboratoře z aplikace některých požadavků TSI

EN 50388:2005	Drážní zařízení - Napájení a drážní vozidla - Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanice) a drážními vozidly pro dosažení interoperability
EN 50405:2006	Drážní zařízení - Systémy sběračů proudu - Pantografy, zkušební metody pro uhlíkové obložení smykadel
EN ISO 2719	Stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Penskyho-Martense
EN ISO 2813:1999	Nátěrové hmoty - Stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 85°
EN ISO 3740:2000	Akustika - Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku - Směrnice pro užití základních norem
EN ISO 3095:2005	Železniční aplikace – Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly
EN ISO 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
UIC 505-1	Railway transport stock - Rolling stock construction gauge
UIC 506	Rules governing application of the enlarged GA, GB, GB1, GB2, GC and GI3 gauges
UIC 507	Wagons - Conditions governing wagons conveyed on ferries
UIC 560	Doors, footboards, windows, steps, handles and handrails of coaches and luggage vans