

BEZPEČNOST PROTI VYKOLEJENÍ – NÁKLADNÍ VOZY S PODVOZKY – POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ METOD EN 14363

SAFETY AGAINST DERAILMENT – FREIGHT VEHICLES EQUIPPED WITH 2-AXLE BOGIES – COMPARISON OF THE METHODS DEFINED IN EN 14363

Petr BAUER¹, Jan ČAPEK², Tomáš ZÍSKAL³

Abstrakt

Prokazování bezpečnosti kolejových vozidel proti vykolejení se provádí podle normy EN 14363. V normě jsou definovány tři možné metody. Zkušební laboratoř VÚKV provádí zkoušky bezpečnosti proti vykolejení dle metody 2 a 3. Pro tyto zkoušky jsou ve VÚKV vyvíjeny a zdokonalovány prostředky – měřicí vybavení a zkušební stav. V letech 2015–2018 byl realizován projekt zaměřený na problematiku bezpečnosti proti vykolejení nákladních vozů s cílem vyvinout mobilní zkušební stav druhé generace.

Klíčová slova

vykolejení, zkouška, zkušební stav, kolejové vozidlo

Abstract

Proof of safety of rolling stock against derailment is performed according to the standard EN 14363. There are three possible methods described in the standard. The Test Centre of VÚKV performs the tests according to the methods 2 and 3. For these tests, VÚKV has been continuously improving measuring equipment and a test rig. In the years 2015–2018, a project focused on the safety against derailment of freight cars was realized with the aim to develop and build a test rig of the second generation.

Keywords

derailment, test, test rig, rail vehicle

1 ÚVOD

U každého vozidla nového typu je potřeba prokázat bezpečnost proti vykolejení. Jedná se o jeden z prvních kroků v sérii typových zkoušek, ještě před započítím případných jízdních zkoušek. Požadavky na provedení zkoušky kvazistické bezpečnosti proti vykolejení jsou definovány v normě EN 14363 [1]. Tato povinnost se týká i nákladních vozů vybavenými tzv. zavedenými pojezdy dle normy EN 16235 [2] (pojezdy se samostatným dvojkolím s vypružením s dvojími závěsy či s dlouhými závěsy Niesky 2 nebo s dvounápravovými podvozků Y25). Norma EN 16235 definuje podmínky pro osvobození od jízdních zkoušek dle EN 14363 nákladních vozů vybavených zavedenými podvozků. Osvobození od prokázání bezpečnosti proti vykolejení ale možné není.

¹ Ing. Petr Bauer, Ph.D., VÚKV a.s. Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 13 – Stodůlky. Tel.: +420 225 343 447, e-mail: bauer@vukv.cz

² Ing. Jan Čapek, Ph.D., VÚKV a.s. Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 13 – Stodůlky. Tel.: +420 225 343 442, e-mail: capek@vukv.cz

³ Ing. Tomáš Získal, VÚKV a.s. Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 13 – Stodůlky. Tel.: +420 225 343 431, e-mail: ziskal@vukv.cz

2 ZKUŠEBNÍ METODY

V současnosti jsou normou EN 14363 definovány tři metody pro prokázání kvazistatické bezpečnosti vozidla proti vykolejení. Výhody a nevýhody metod jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Porovnání zkušebních metod

Metoda	Výhody	Nevýhody
Metoda 1	Nejbližší reálné situaci kritické z hlediska bezpečnosti proti vykolejení.	Výsledek značně závislý na povětrnostních vlivech. Provedení zkoušky ve speciálních měřicích obloucích. Nutnost měření sil Y a Q při jízdě v oblouku. Instalace podložek do vypružení. Zdvih kola je jediným kritériem splnění podmínek bezpečnosti proti vykolejení.
Metoda 2	Jednodušší z hlediska vybavenosti zkušebny (odpadá speciální převýšený oblouk dle metody 1). Část zkoušky (zkrucovací zkouška) se provádí na stojícím vozidle ve vnitřních prostorách (není ovlivnění povětrnostními vlivy).	Výsledek dílčí zkoušky (průjezd nepřevýšeným obloukem) je závislý na povětrnostních vlivech. Dílčí zkouškou je průjezd vozidla obloukem o poloměru 150 m s přesně definovanými geometrickými parametry. Nutnost měření sil Y a Q při jízdě v oblouku.
Metoda 3	Kompletní zkouška provedena na stojícím vozidle – může být provedena na místě u zákazníka. Výsledek není ovlivněn povětrnostními vlivy.	Metoda nejvíce vzdálená reálné situaci – jedná se o velice konzervativní metodu. Užší rozsah vozidel, pro která se může tato metoda použít. Není zjišťována velikost vodicích sil Y v oblouku – znevýhodnění některých typů vozidel.

3 POROVNÁNÍ METOD SIMULACEMI A ZKOUŠKAMI

3.1 Úvod

V roce 2015 byl zahájen čtyřletý výzkumný projekt zaměřený na podrobnější zkoumání aspektů jednotlivých metod, porovnání těchto metod a zjištění možností tyto metody případně efektivně simulovat. Dále bylo stanoveno, že v rámci tohoto projektu na základě získaných poznatků bude vyvinut nový zkušební stav.

Předmětem tohoto příspěvku je představení hlavních výsledků těchto srovnání a představení nového zkušebního stavu.

3.2 Vzájemné porovnání jednotlivých metod na jednom voze

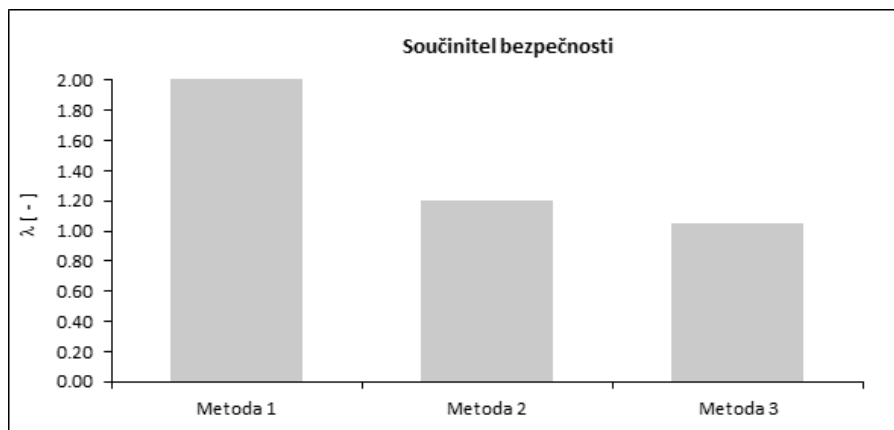
Jednotlivé metody byly vzájemně porovnány na referenčním voze – cisternový vůz řady Zacns 88 m³.



Obr. 1 Cisternový vůz řady Zacns 88 m³

S tímto vozem byly provedeny jak vlastní zkoušky dle všech tří metod, tak i simulační výpočty (ty byly navíc provedeny ve dvou různých simulačních programech). Jak zkoušky, tak výpočty byly provedeny pro různé podmínky vozu (stavy ložení a vypružení).

Výsledky zkoušek i simulací potvrdily, že nejvíce konzervativní metodou je metoda 3, nejvíce příznivé výsledky dává metoda 1. Je však nutné podotknout, že metoda 2 se vůči metodě 1 neliší tak výrazně jako metoda 3 od zbývajících. Je nutné připomenout, že metody 1 a 2 jsou v té části zkoušky, kdy se měří za jízdy, velmi závislé na třecích podmínkách mezi kolem a kolejnicí, potažmo na povětrnostních podmínkách.

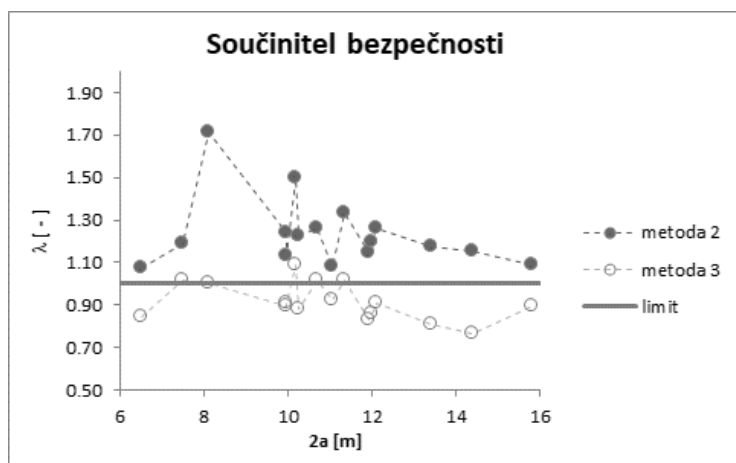


Obr. 2 Cisternový vůz řady Zacns 88 m³ – porovnání výsledků zkoušek dle metod 1, 2 a 3

3.3 Porovnání výsledků jednotlivých metod pro vybrané vozy

VÚKV dlouhodobě vykonává zkoušky s nákladními vozy. V areálu zkušebního centra VÚKV jsou vykonávány zkoušky bezpečnosti proti vykolejení dle metod 2 a 3. Na obr. 3 jsou uvedeny výsledky těchto zkoušek na souboru 16 různých nákladních vozů. V grafu jsou vyneseny součinitele bezpečnosti v závislosti na vzdálenosti podvozků.

Z výsledků uvedených v obr. 3 je patrné, že existuje velice nízká pravděpodobnost, že vůz bude při aplikaci metody 3 z hlediska bezpečnosti proti vykolejení vyhovující, přestože že nákladní vůz s podvozky typu Y25 splňuje podmínku na velikost momentu odporu podvozku proti natočení, tedy faktoru X.



Obr. 3 Součinitel bezpečnosti souboru 16 nákladních vozů

4 VÝVOJ ZKUŠEBNÍCH ZAŘÍZENÍ

4.1 Mobilní zkrucovací stav – druhá generace

Do roku 1995 byly zkoušky změny kolových sil ve VÚKV prováděny hydraulickými zvedáky umístěnými pod jednotlivé ložiskové skříně. Tato technologie zkoušky značně omezovala počet současně zdvihaných kol. Zároveň bylo velmi náročné zajistit bezpečnost práce.

V roce 1995 byl uveden do provozu originální mobilní zkrucovací stav pro zkoušky vozů až se čtyřmi dvojkolími. Stav sestává ze čtyř vozíků se standardním rozchodem, každý vozík má dvě pohyblivé podpěry. Pohyb každé podpěry zajišťuje hydraulický válec, její poloha je elektronicky snímána a řízena.

V průběhu let, na základě požadavků na zkoušky jiných než čtyřosých vozů, byly postupně doplňovány různé pomocné přípravky, které umožnily zkoušet vozy s více jak čtyřmi nápravami, nebo vozy s jiným než standardním rozchodem. Nejdelší vozidlo, které bylo zkoušeno, bylo článkové vozidlo se 14 nápravami.

Na stavu nebyly prováděny jen zkoušky kolových sil, nýbrž i zkoušky za účelem ověření součinitele náklonu.

V roce 2015 byl zahájen vývoj nové generace mobilního zkušebního stavu, který se vyznačuje zejména:

- elektrickým samosvorným pohonem,
- modernější řídicí elektronikou,
- optimalizovanou kinematikou podpěr kol,
- vyšším rozsahem zdvihů kol – až 250 mm,
- možností měnit rozchod pro zkoušená vozidla bez nutnosti doplňovat speciální přípravky,
- možností ustavit stav jak na koleji, tak na pevnou betonovou plochu.

Výroba zkušebního stavu byla zahájena v roce 2016 a v roce 2018 s ním byly provedeny první zkoušky na reálném vozidle. Tento stav slouží jak pro zjištění změn kolových sil podle metody 2 a 3, ale i pro zjištění součinitele náklonu a další speciální zkoušky – např. tramvajových vozidel na zborcení podle podmínek konkrétní infrastruktury.

4.2 Mobilní točna

Jak bylo uvedeno výše, není použití metody 3 pro standardní nákladní vozy příliš výhodné. Avšak ověření momentu podvozku proti natáčení je standardní zkouškou samo o sobě podle EN 14363. Mobilní zkrucovací stav byl proto doplněn dalším zařízením, s jehož pomocí lze na libovolném podvozku zkoušeného vozidla změřit moment odporu podvozku proti natáčení a zároveň ověřit bezkolizní otáčení podvozku pro minimální oblouk definovaný technickými podmínkami vozidla. Tyto zkoušky rovněž náleží do souboru ověřování vlastností vozidla před zahájením jízdních zkoušek.

Mobilní točna je konstruována tak, aby bylo možno vozidlo během prací na zkrucovacím stavu jednoduše přizvednout a dva vozíky nahradit měrnou točnou.

5 ZÁVĚR

Jak pomocí simulačních výpočtů, tak experimentálně byly vzájemně porovnány všechny tři metody prokazování bezpečnosti proti vykolejení dle normy EN 14363. Toto porovnání potvrdilo, že nejvíce konzervativní metodou je metoda 3. Ta navíc dává u nákladních vozů s podvozky Y25 poměrně malou naději, že vůz – při použití této metody – vyhoví.

Ke zkouškám bezpečnosti proti vykolejení dle metod 2 a 3 jsou využívány speciální zkušební stavy. Ve společnosti ÚVKV byl vyvinut speciální mobilní zkušební stav druhé generace, v jehož konstrukci jsou promítnuty více jak dvacetileté zkušenosti s prováděním těchto zkoušek se stavem předchozí generace.

Výzkum byl podpořen Technologickou agenturou ČR v rámci projektu TH01010529.



Literatura

- [1] ČSN EN 14363+A1. *Železniční aplikace – Zkoušení a simulace pro schvalování železničních vozidel z hlediska jízdních vlastností – Jízdní chování a stacionární zkoušky*. Praha: ČAS, 2020.
- [2] ČSN EN 16235. *Železniční aplikace – Přejímací zkoušky jízdních charakteristik kolejových vozidel – Nákladní vozy – Podmínky pro upuštění od jízdních zkoušek podle EN 14363 u nákladních vozů s definovanými charakteristikami*. Praha: ÚNMZ, 2014.