

MOŽNOSTI VYUŽITÍ FIGURÍNY JASTI PŘI HODNOCENÍ ÚČINKŮ SRÁŽKY CHODCE S ČELEM TRAMVAJE

POSSIBILITIES OF USING JASTI DUMMY IN ASSESSING EFFECTS OF PEDESTRIAN COLLISION WITH TRAM FRONT END

Roman JEŽDÍK¹, Petr KUBOVÝ², Hynek PURŠ³

Abstrakt

Příspěvek nastiňuje možnosti využití figuríny JASTI (Hybrid III 50th Percentile Male Pedestrian) pro hodnocení účinků srážky chodce s čelem tramvaje v souvislosti se vznikající legislativou. Je prezentován popis figuríny a veličin, které byly sledovány při zkouškách realizovaných v rámci stávajícího projektu. Dále jsou zmíněna omezení použitelnosti figuríny a návaznost na simulační modely.

Klíčová slova

figurína, srážka, tramvaj, chodec

Abstract

The paper outlines the possibilities of using the JASTI (Hybrid III 50th Percentile Male Pedestrian) dummy to assess the effects of a pedestrian collision with the front end of a tram in the context of legislation under preparation. A description of the dummy and the variables that were monitored in the tests carried out in the current project is presented. Furthermore, the limitations of the applicability of the dummy and the relation to simulation models are mentioned.

Keywords

dummy, collision, tram, pedestrian

1 ÚVOD

V souvislosti se zvyšující se hustotou městského provozu bylo v nedávné minulosti zahájeno řešení problematiky srážky chodce s tramvají. V rámci Technické komise CEN/TC 256 byla připravena technická zpráva TR 17420 „Railway applications – Vehicle end design for trams and light rail vehicles with respect to pedestrian safety“ [1], která je základem budoucí evropské normy. Ve zmíněné technické zprávě jsou uvedeny požadavky na konstrukci čela nově konstruovaných tramvají s cílem omezit účinky nežádoucí v případě srážky chodcem. Je definován scénář A – srážka se stojícím chodcem a scénář B – srážka s ležícím chodcem. Průkaz splnění požadavků na scénář A je možné provést dvěma způsoby, tj. buď splnit požadavky na tvar čela nebo provést numerickou

¹ Ing. Roman Ježdík, VÚKV a.s. Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 – Stodůlky. Tel.: +420 225 343 419, e-mail: jezdik@vukv.cz

² Ing. Petr Kubový, Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Katedra anatomie a biomechaniky, José Martího 269/31, 162 52 Praha 6. Tel.: +420 220 172 068, e-mail: kubovy@ftvs.cuni.cz

³ Ing. Hynek Purš, Ph.D., Advanced Engineering s.r.o. Na ostrohu 2405/16, 160 00 Praha 6 – Dejvice. Tel.: +420 281 097 212, e-mail: hpurs@advanced-eng.cz

simulaci srážky čela tramvaje s chodcem (v pozici bokem k tramvaji), která prokáže splnění požadovaných kritérií, tj. kritéria HIC a kritéria na vychýlení chodce z jízdní dráhy. Požadavky na scénář B se prokazují zkouškou s ležícím modelem člověka (nejde o figurínu).

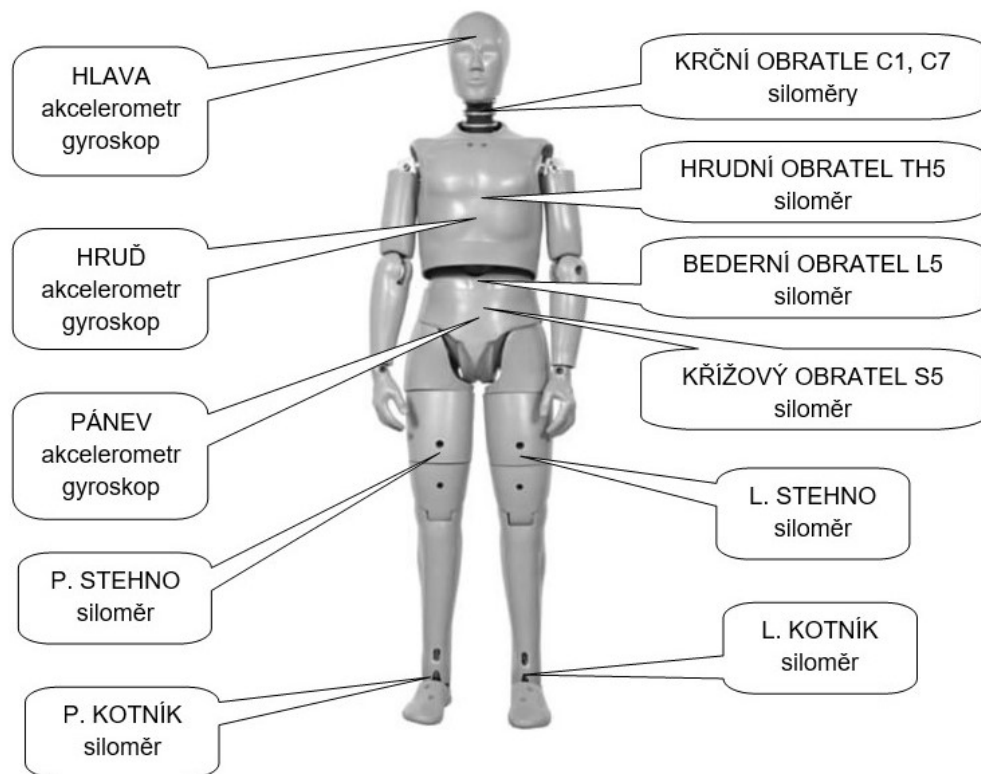
Výše zmíněná numerická simulace předpokládá použití validovaného simulačního modelu figuríny (figurína = dummy = anthropomorphic test device = ATD). Za účelem získání dat pro validaci simulačního modelu figuríny probíhá v rámci projektu „Analýza nehodových dějů chodců tramvaj – validace simulačních modelů“ série zkoušek. Jedná se o zkoušky, při kterých dochází ke srážce reálné figuríny (v pozici čelem i bokem) s čely vybraných tramvaj.

2 FIGURÍNA JASTI A JEJÍ VYBAVENÍ

Pro výše zmíněné zkoušky je využita figurína JASTI (Hybrid III 50th Percentile Male Pedestrian; je majetkem Katedry anatomie a biomechaniky FTVS UK) [2]. Jedná se o upravenou figurínu na Hybrid III 50M, která se používá pro zkoušku čelního nárazu, přičemž jsou zachovány původní hmotnostní charakteristiky a základní funkce s tím, že části pánve, bederní páteře a kolenních kloubů jsou uzpůsobeny stojící figuríně.

2.1 Snímače zabudované do figuríny

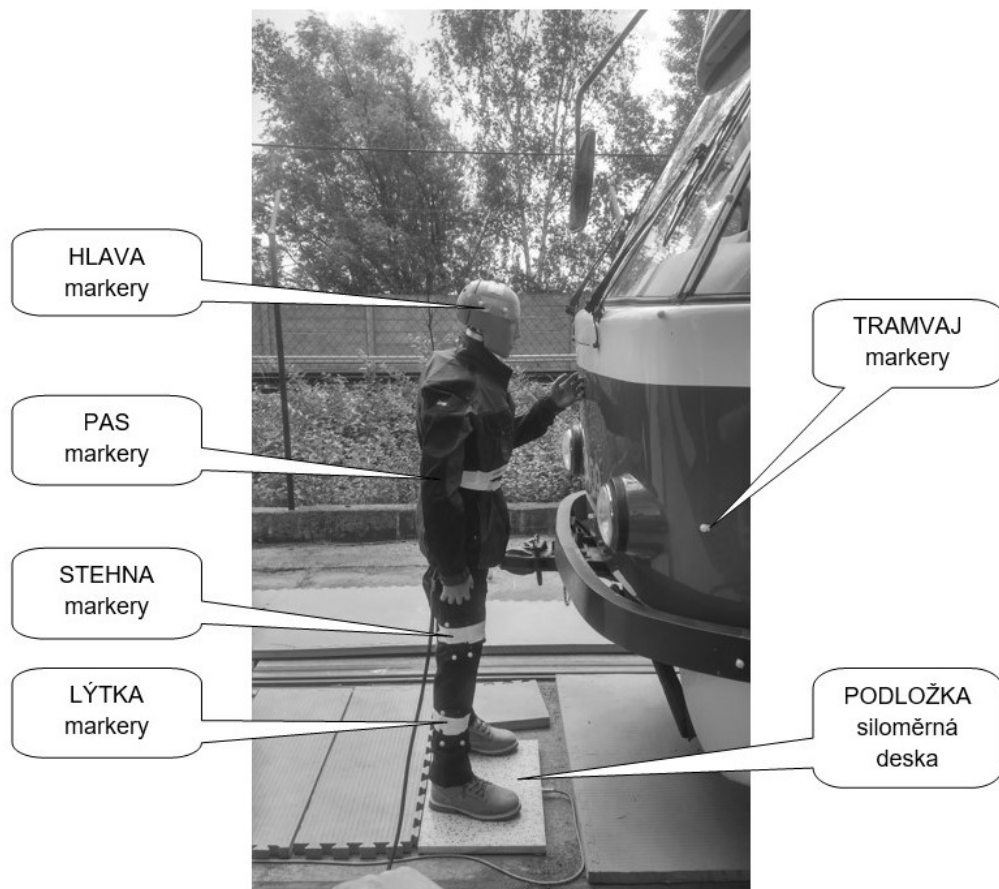
Za účelem sběru dat pro validaci je figurína vybavena tříosými akcelerometry (hlava, hrud' a pánev), tříosými gyroskopy (hlava, hrud' a pánev) a šestiosými siloměry (obratle C1, C7, TH5, L5, S5, kotníky a středy stehenních kostí), jak je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1 Umístění snímačů zabudovaných do figuríny [2]

2.2 Vnější snímače

Při zkouškách je monitorován pohyb figuríny pomocí systému QUALISYS. Jedná se o systém několika kamer, které monitorují prostorový pohyb sledovaných bodů, tzv. markerů. V tomto případě jsou markery umístěny jak na figuríně (hlava, pas, stehna, lýtka) tak i na tramvaji.



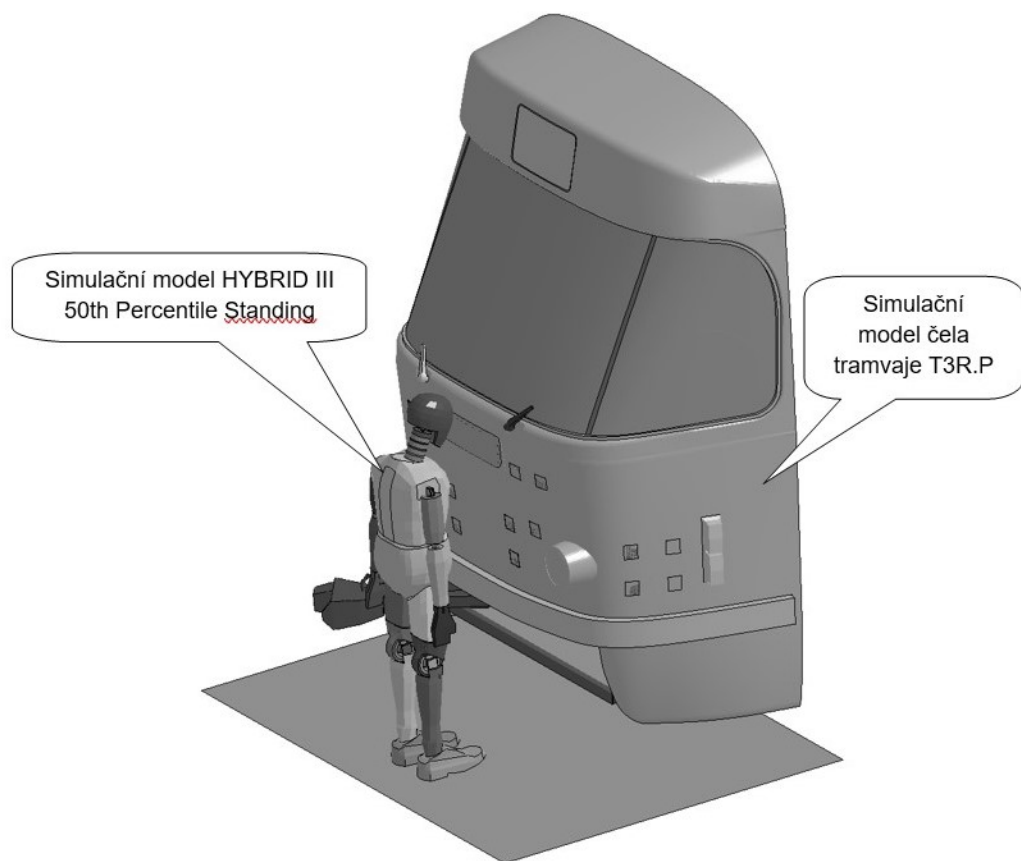
Obr. 2 Umístění vnějších snímačů

Pohyb figuríny je rovněž monitorován pomocí dvou vysokorychlostních kamer. První z nich zabírá figurínu ve směru jízdy tramvaje, druhá kolmo na něj.

Dále je využita siloměrná deska, na které je figurína před zkouškou umístěna. Pomocí této desky jsou měřeny všechny tři složky sil mezi figurínou a zemí.

3 SIMULAČNÍ MODEL

Ve VÚKV a.s. je pro simulace kolizních dějů využíván program LS-Dyna [3]. Jeho výrobce, podobně jako ostatní konkurenční výrobci, poskytuje simulační model HYBRID III 50th Percentile Standing, viz obr. 3. Ten odpovídá figuríně, která byla použita pro výše zmíněné zkoušky.



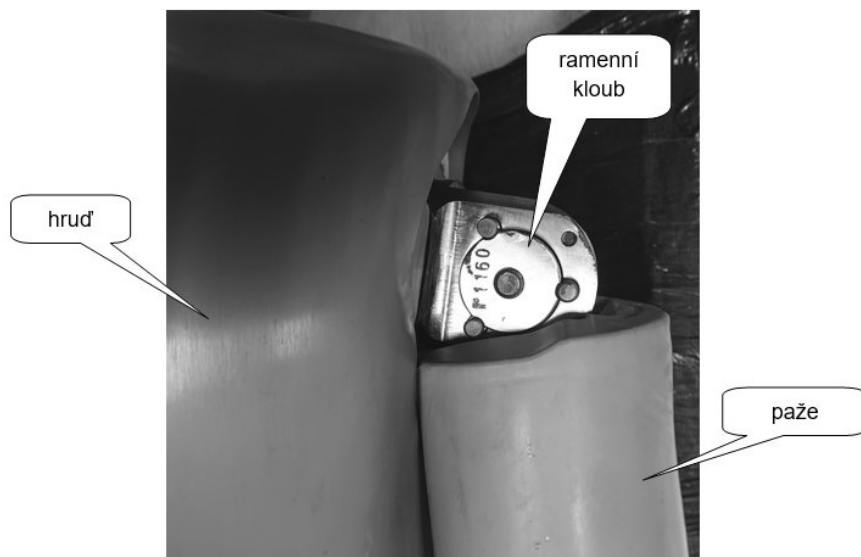
Obr. 3 Ukázka simulačního MKP modelu srážky figuríny s čelem tramvaje

Na základě znalosti geometrie a materiálových vlastností dílů čela tramvaje a znalosti průběhu rychlosti tramvaje je pak možné vytvořit simulační MKP model srážky a přistoupit k jeho validaci.

4 MOŽNOSTI VALIDACE SIMULAČNÍHO MODELU

Validace simulačního modelu figuríny je založena na porovnání vybraných významných veličin získaných numerickou simulací se skutečností. V tomto případě je skutečná srážka s člověkem nahrazena srážkou s figurínou, která byla sama v minulosti validována vůči chování lidského těla, avšak pouze pro čelní nárazy. V tomto smyslu je pak pro čelní nárazy validace simulačního modelu vůči chování figuríny validací vůči realitě.

K validaci samotné stojící figuríny pro boční nárazy však v minulosti nedošlo. Je to patrné již z konstrukce samotné figuríny, neboť má např. v oblasti ramenního kloubu pro boční náraz nerealisticky tuhý kovový kloub, viz obr. 4. Rovněž vzájemné propojení ramenních kloubů je příliš tuhé, viz harmonizační katalog dílů figuríny [4]. Z tohoto důvodu je třeba pohlížet na výsledky získané pro boční nárazy jako na informativní. Stojící figurína validovaná pro boční nárazy není doposud k dispozici.



Obr. 4 Detailní fotografie konstrukce ramenního kloubu figuríny (čelní pohled)

Podle odst. 6.4 zprávy [1] má být v simulacích jako scénář A uvažován náraz rychlostí 20 km/h do modelu nakročené figuríny, která je od osy koleje posunuta v příčném směru o 15 %, resp. o 50 % pološířky tramvaje. Figurína má být v pozici bokem. Z výše uvedeného vyplývá, že provedení validace simulačního modelu vůči zkouškám s figurínou v pozici bokem je problematická.

5 ZÁVĚR

V tomto příspěvku byl prezentován popis dostupného zkušebního vybavení (figurína JASTI – Hybrid III 50th Percentile Male Pedestrian – určená pro čelní nárazy) pro hodnocení účinků srážky chodce s čelem tramvaje. Byl zmíněn požadavek TR 17420 [1] na validaci simulačního modelu pro scénář A, který představuje náraz do boku figuríny. Pro boční náraz však prozatím není možné validaci simulačního modelu spolehlivě provést, neboť není k dispozici stojící figurína (= anthropomorphic test device) validovaná vůči chování lidského těla. Pro čelní náraz validaci provést lze.

Tento příspěvek byl podporován grantovým projektem OP VVV CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_026/0008401 UK Praha.



Literatura

- [1] TR 17420. *Railway applications – Vehicle end design for trams and light rail vehicles with respect to pedestrian safety*. CEN/TC 256, 01/2020.
- [2] Anthropomorphic Test Devices Dummy. JASTI CO., LTD [online]. [cit. 09. 06. 2021]. Dostupné z: <https://www.jasti.co.jp/en/product/dummy.html#pedestrian>
- [3] LS-Dyna. *Livermore Software Technology* [online]. [cit. 09. 06. 2021]. Dostupné z: <http://lstc.com/products/ls-dyna>
- [4] Humanetics Innovative Solutions, Inc., Hybrid-III 50th Male Dummy, 78051-218-H, FMVSS208, 49CFR Part 572, Subpart E, Brand Harmonized Parts Catalog, 2015.