



Aplikace konstrukční mechaniky a biomechaniky v dopravě pro zvyšování pasivní bezpečnosti a komfortu cestujících

Shrnutí závěrečné zprávy projektu MPO FT-TA/024

Příjemce:

S&T CZ s.r.o.

Na Strži 65/1702

140 00 Praha 4

Spolupříjemci:

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd

Univerzitní 8

306 14 Plzeň

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

Konviktská 20

110 00 Praha 1

Spolupráce a využití výsledků:

ŠKODA VÝZKUM s.r.o.

Tylova 1/57

316 00 Plzeň

Statistické údaje:

Dokument obsahuje 266 číslovaných stran, rozčleněných do 14 kapitol.

Trvání projektu: 5/2004 – 6/2008

Program: TANDEM

Míra podpory: 80%, vypočtený objem podpory 15 850 tis. Kč.

Přehled kapitol a podkapitol:

- 1 Úvod
 - 1.1 Abstrakt projektu
 - 1.2 Poslání grantu, motivační faktory
- 2 Plánované cíle projektu
 - 2.1 Hlavní cíle projektu
 - 2.2 Další cíle projektu
- 3 Přehled řešených úkolů
 - 3.1 Řešitelský tým
 - 3.2 Přehled úkolů
- 4 Přehled vykonaných aktivit
- 5 Přehled naplnění cílů programu Tandem
 - 5.1 Cíl programu
 - 5.2 Srovnání s úrovní poznání v evropském měřítku
 - 5.3 Vytvoření multibody modelu nízkopodlažního trolejbusu ŠKODA 21 Tr v prostředí software SIMPACK
- 6 Přehled výsledků v RIV
 - 6.1 Publikace
 - 6.2 Dílčí zprávy projektu
- 7 Stav legislativy
 - 7.1 Analýza předpisů a jejich podmínek pro silniční vozidla
 - 7.2 Základní informace
 - 7.3 Stručná historie dopravní legislativy
 - 7.4 Současný stav legislativy vztahující se k pozemní dopravě
 - 7.5 Analýza předpisů a jejich podmínek pro železniční vozidla
- 8 Materiálový výzkum
 - 8.1 Materiály a identifikace jejich vlastností

- 8.2 Chování stávajících a perspektivních materiálů při vysokorychlostním zatěžování pomocí metody Hopkinsovy měrné tyče a Taylorova testu
- 8.3 Kovové materiály včetně kovových pěn a voštin, polymery a polymerní kompozity a keramika
- 8.4 Zásady volby materiálu pro konstrukce vystavené nebezpečí vysokorychlostního zatěžování a postupu při posuzování bezpečnosti takovéto konstrukce či její části
- 8.5 Katalog daných vlastností experimentálně ověřených materiálů
- 8.6 Deformační odolnost konstrukcí vozidel a jejich částí
- 9 Aktivity v oblasti biomechaniky
 - 9.1 Biomechanické limity pro minimalizaci zranění
 - 9.2 Vývoj a aplikace modelů člověka
 - 9.3 Modely řidiče a cestujících pro aplikaci v silničních vozidlech
 - 9.4 Modely řidiče a cestujících pro aplikaci v kolejových vozidlech
- 10 Aktivity v oblasti železničních vozidel
 - 10.1 Bezpečnost a komfort kolejových vozidel
 - 10.2 Ochrana cestujících a účastníků provozu
- 11 Aktivity v oblasti silničních vozidel
 - 11.1 Bezpečnost dopravy
 - 11.2 Dopravní nehoda
 - 11.3 Experimenty v oblasti pasivní bezpečnosti
 - 11.4 Experimenty provedené řešitelem (FD ČVUT)
 - 11.5 Matematické modely v oblasti pasivní bezpečnosti
 - 11.6 Bezpečnost cestujících v automobilech
- 12 Souhrn dosažených výsledků a jejich prezentace
 - 12.1 Hlavní dosažené cíle projektu
 - 12.2 Další dosažené cíle projektu
 - 12.3 Přínosy řešení projektu ke stavu poznání v dané oblasti
 - 12.4 Summary
- 13 Seznam tabulek a obrázků
 - 13.1 Seznam obrázků v textu
 - 13.2 Seznam tabulek
- 14 Obsah knihy příloh

Motivace:

Motivem pro zpracování projektu je snaha udržet při současném rozvoji dopravy také odpovídající míru bezpečnosti cestujících, která je závislá jak na predikovatelných příčinách selhání technických faktorů tak na lidském zavinění, které lze pomocí technických pomůcek alespoň eliminovat.

Aplikované metody:

- Analýza současné legislativy
- Experimenty
- Simulace
- Matematické modelování

Vazba na ostatní evropské projekty:

V rámci řešení projektu bylo využito synergie s projekty SIM (Safety in Motion), APSN (Advanced Passive Safety Network), APROSYS, MYMOSA a další.

Při této činnosti vzniklo několik pomůcek, které jsou nadále využívány pro testování bezpečnosti dopravních prostředků. Jedná se o:

- Multibody model nízkopodlažního trolejbusu
- MKP model nosné struktury silničního vozidla
- MKP model průmyslového demonstrátoru skříně kolejového vozidla pro testování crashové odolnosti
- Geometrický a materiálový model čela silničního vozidla pro hromadnou přepravu osob
- Simulátor posazu jezdce na jednostopém motorovém vozidle

Obsah dílčích (věcných) kapitol:

Kapitola 7: stav legislativy

Kapitola rozebírá vývoj dopravní legislativy na území Evropy od počátků v 19. století do současnosti, zahrnuje dokumenty na národní i mezinárodní úrovni. V silniční dopravě je v současné době velmi dobře ošetřena prakticky veškerá problematika fungování pasivní i aktivní bezpečnosti silniční dopravy. Kolejová doprava v této oblasti zaznamenává drobný handicap, proto v rámci projektu došlo k analýze návrhu evropské normy *prEN 15227:2005*, které se zabývá pasivní bezpečností v kolejové dopravě. Norma nezajišťuje oblast v komplexním pohledu, ale je pokrokem na poli pasivní bezpečnosti v kolejové dopravě na evropské úrovni. Probíhá zde škálování vozidel do čtyř skupin a stanovení kolizních situací a stanovení parametrů vozidel pro tyto stanovené kolizní situace.

V této oblasti se díky projektu vytvořily předpoklady pro testování kolejových vozidel v domácích podmínkách – viz vzniklé pomůcky.

V době uzavření projektu je již v platnosti poslední verze tohoto návrhu, norma *ČSN EN 15227*.

Kapitola 8: Materiálový výzkum

Materiály jsou jako základní konstrukční prvek podléhající dynamickému namáhání podrobeny důkladnému zkoumání. Výsledkem práce na projektu je katalog materiálů, který popisuje různé typy materiálů z hlediska jejich vlastností a chování při dlouhodobém namáhání, včetně matematické modelace deformačních vlastností zkoumaných materiálů. Tato kapitola je hojně doplněna tabelovanými výstupy různých výpočtových metod.

Pro kovové materiály jsou používány Cowper-Symondsovy nebo Johnson-Clarkovy materiálové modely, materiálové konstanty jsou zjišťovány experimentálně, pomocí Hopkinsovy metody a Taylorova testu.

Nekovové materiály a tlumicí materiály byly popisovány téměř výhradně na základě údajů získaných takovými typy zkoušek, jejichž výsledky bylo možno uplatnit ve výpočtových modelech.

Běžné materiály byly experimentálně ověřeny a naměřené a vypočítané údaje jsou uvedeny ve zprávě.

Druhá část kapitoly 8 se věnuje pasivní bezpečnosti cestujících v tramvajích. Zde je největší pozornost kladena na střety tramvají a velkých vozidel (nákladních automobilů, autobusů, tramvají). Experimentální ověřování se zaměřovalo na přenos dynamických sil na karoserii, návazně na sedačky a tím na cestující. Pomocí modelování byly získány numerické údaje o střetu.

Kapitola 9: Aktivity v oblasti biomechaniky

Zahrnuje zejména stanovení limitních momentů pro přežití jedince následkem různých typů střetu. Při práci na biomechanických kritériích byly použity experimentální data naměřené v rámci crash-testů realizovaných na FD.

Stanovují se podmínky pro určení kritéria poranění hlavy (HPC), krku (NIC), komprese hrudníku (ThCC), kritérium deformace žeber (RDC), kritérium síly na pánev (PSPF), kritérium síly na břicho (APF), kritérium síly na stehenní kost (FFC), kritérium pro holenní kost (T1), kritérium pohybu klouzajících kolenních kloubů.

Další část kapitoly se věnuje vývoji biomechanického modelu člověka. V této oblasti je zmiňován komerční software, který je již několik let využíván a rozvíjen.

V rámci projektu se pracovalo s typem 50%ho člověka, na základě kterého byly voleny data kostry a kůže pro model. V programu PAM se užívá modelování na bázi tuhých těles.

Modelování rozlišuje různé typy kloubních modelů, využívá model kulových, ohybově-torzních a posuvných kloubů. Na stejném principu, tedy modelování na bázi tuhých těles spojených klouby, byla sestavena také páteř modelu.

Kontaktní plochy kloubů jsou definovány jako prvky plochy dvou těles. Velká pozornost je věnována ramennímu pletenci, který je velmi komplikovaným souborem kloubů. Podobně důležité je v rámci modelování koleno. Zejména pro modelace střetů jednostopých vozidel je tento kloub jednou z priorit.

Výše zmíněné modely mohou být použity jak pro modelování řidiče, tak pro ostatní pasažéry v dopravním prostředku.

Zmíněná podkapitola disponuje také výpočtovými modely pro sedícího pasažéra se zohledněním různých poloh kloubů při této poloze. Uvedená kapitola také řeší vlivy kmitání modelu a další faktory, které se při modelování kolizní situace objevují.

Kapitola 10: aktivity v oblasti železničních vozidel

Cílem projektu bylo posunutí testování kolejových vozidel blíže k úrovni silniční dopravy. Proto byla realizace projektu koordinována s mezinárodními aktivitami 6. RP APSN a Aprosys.

Vzhledem k neexistenci normativních limitů např. pro biomechanická poranění byly tyto jedním z výstupů projektu.

V další části kapitoly je věnován prostor také ostatním účastníkům dopravy, kteří mohou do kolize železničním vozidlem vstoupit.

Kapitola 11: Aktivity v oblasti silniční dopravy

Kapitola se obecně zabývá klasifikací a deskripcí pojmu dopravní nehody a jejich účastníků.

Věnuje pozornost kvantifikaci následků dopravní nehody a škod v souvislosti s dopravními nehodami způsobených.

Další část kapitoly se věnuje popisu experimentů v oblasti pasivní bezpečnosti, které byly provedeny v rámci projektu.

Závěr kapitoly bere v úvahu také vlivy stárnutí a další související problematiku.

Srovnání dosaženého výsledku projektu se stavem v zahraničí (zejména EU)

Aktivity v projektu prokazující úroveň srovnatelnou s EU a konkurenceschopnost výzkumných prací a výsledků:

- Mezinárodní seminář, kde všichni tři partneři projektu prezentovali dosažené výsledky. Na semináři vystoupili i odborníci z oblasti ve formě vyzvaných přednášek. Semináře se dále účastnili zástupci významných firem působících na trhu v oblasti konstrukce vozidel. Výsledky projektu byly kladně přijaty účastníky semináře.
- Byla navržena některá konstrukční řešení bezpečnosti vozidel, jednomu z řešení byla přiznána patentová ochrana.
- Výsledky výzkumu byly transformovány a předávány do úrovně průmyslového výzkumu a vývoje bezpečných dopravních prostředků formou prezentací a hlavně vydáním příručky pro konstruktéry.
- Obě partnerské univerzity se aktivně zapojily v dané oblasti ČR do řešení mezinárodních projektů 6. Rámcového programu EU v projektech

Advanced Passive Safety (APSN, 2004 – 2008: ČVUT, ZČU)

Advanced Protective Systems (APROSYS, 2004 – 2009: ZČU)

Safety in Motion (SIM, 2006 – 2009: ČVUT, ZČU)

Motorcycle and Motorcyclist Safety (MYMOSA, 2006 – 2009: ZČU)

- Výsledky projektu byly prezentovány a kladně přijaty na vyzvaných přednáškách na Universitách Eindhoven, Pisa, Firenze. Části výzkumných prací byly přijaty k prezentování na mezinárodních konferencích s kladným ohlasem.

Další informace o projektu, jakož i veškeré dokumenty a výzkumné zprávy, jsou k dispozici na vyžádání u vedoucího projektu nebo technického garanta projektu:

Ing. Petr Krejčí, email : petr.krejci@sntcz.cz

Prof.Ing. Jan Kovanda, DrSc, email : kovanda@fd.cvut.cz