

## OPONENTSKÝ POSUDEK

doktorské disertační práce ing. Jakuba Jelínka

### NEW ADVANCED METHODS IN SIDE CRASH TESTING

Disertační práce ing. Jelínka o rozsahu 95 stran včetně obrázků, tabulek a přílohy je předložena v anglickém jazyce a zabývá se problémem optimálního návrhu boční nárazové zkoušky automobilu, prováděné pomocí saňového testu pouze s dílčí částí karoserie. Jedná se o aktuální problematiku s ohledem na stále rostoucí požadavky na bezpečnost automobilových konstrukcí a tím i rostoucí náklady na splnění všech certifikačních požadavků. Zkoušení dílčích bezpečnostních požadavků na konstrukčních podskupinách celého automobilu je tak důležitým předstupněm finálních nárazových zkoušek, které mohou zásadním způsobem zefektivnit a zlevnit vývoj.

Ve své disertační práci autor na příkladu boční nárazové zkoušky tento přístup ilustruje a podstatným způsobem rozšiřuje. Vychází z výpočtové simulace nárazové zkoušky celého automobilu, z níž přebírá kritériální biomechanické veličiny zatěžující lidské tělo. Na jejich základě navrhuje parametry uspořádání zjednodušeného saňového testu pouze s dílčí boční částí karoserie tak, aby odezva biomechanických parametrů odpovídala hodnotám testu na kompletní karoserii. Reálné testy s dílčí částí karoserie pak umožní efektivně vyzkoušet varianty bezpečnostních opatření při bočním nárazu, které jsou teprve finálně ověřeny na testu celé konstrukce.

Tato strategie vývoje nových konstrukcí je podrobně popsána v úvodní části disertace a tvoří jednotlivé etapy práce. Ty lze rozdělit na převzetí výsledků výpočtové simulace celku, návrh reprezentativního submodelu a vytvoření parametrického výpočtového modelu dílčí zkoušky. Ten slouží ke stanovení neznámých parametrů zatížení pomocí opakovaných simulací dílčí zkoušky tak, aby bylo dosaženo souladu sledovaných biomechanických kritérií dílčí a celkové zkoušky. Výběru všech parametrů, kritérií a metodice optimálního naladění simulačního modelu je věnována klíčová část disertační práce. Dosažené výsledky jsou na závěr konfrontovány s reálnými nárazovými zkouškami celé karoserie i dílčího bočního testu. Popsané etapy jsou v úvodu formulovány jako jednotlivé **cíle předložené práce, které byly v plném rozsahu splněny.**

Autor zasazuje svoji práci do souvislostí složitého procesu vývoje a testování nové konstrukce a **prokazuje vynikající znalosti a obeznámení s aktuálním stavem řešené problematiky.** Jeho přínos v oblasti metodiky přípravy a ladění dílčího simulačního modelu boční nárazové zkoušky spočívá ve využití počítačové simulace experimentů a matematicko-statistické metody, označované jako „Design of Experiment“. Jedná se o přínos **významný po teoretické i praktické stránce.** Praktický význam byl prokázán reálným využitím ve spolupráci s automobilovým průmyslem a získané zkušenosti jsou cenným základem pro další vývoj.

Mohu konstatovat, že autor **použil tvůrčím způsobem metody, které jsou pro řešení stanoveného úkolu vhodné** a prokázal znalosti teoretických základů, experimentálního řešení i počítačové simulace problémů napjatosti a deformace složitých konstrukcí při dynamickém rázovém zatěžování.

**Po formální stránce práce splňuje všechny obvyklé požadavky.** Textová podoba je v zásadě srozumitelná, i když ve stěžejní části ladění finálního výpočtového modelu text místy příliš akcentuje popis struktury použitého programového nástroje před fyzikálním popisem. Tak se třeba na obr.48 uvádí příklad návrhového prostoru, jehož proměnné jsou ale vysvětleny teprve později a čtenář je tak nucen v textu občas hledat souvislosti přeskoky mezi odstavci. Velké množství obrázků a grafů vzniklo jako kopie z obrazovky počítače a jejich popisy na osách jsou nečitelné (obr.66, 67) nebo zcela chybí (obr.68 a další). Na obr.76 je chybný popis, deklarující srovnání deformace žeber při výchozí a finální simulaci bočního nárazu metodou ALIS, zatímco ve skutečnosti se zde srovnávají výsledky simulace nárazu celé karoserie s finální simulací ALIS.

Podstatné části práce byly průběžně publikovány v mezinárodních časopisech (2 položky) a konferencích (3 položky). Pokud mohu posoudit, tak v textové části jsem nenarazil na výraznější chyby, jen drobné neobratnosti či překlepy (např. ...are very same..., ...the what changes... str.27, ...is not be modelled... str.45, ...even of them... str.17). Přiložené teze seznamují ve zkrácené verzi se všemi podstatnými částmi práce a nemám k jejich podobě námitky.

Na základě výše uvedeného mohu konstatovat, že předložená práce prokazuje orientaci autora v dané problematice a jeho schopnosti k samostatné tvůrčí vědecké práci. Mohu ji proto **doporučit k obhajobě** před zkušební komisí oboru Mechanika tuhých a poddajných těles a prostředí.

#### ***Dotazy:***

V souvislosti se srovnáním výsledků simulovaných a reálných nárazových zkoušek se nabízejí následující otázky pro obhajobu:

1. Rozdíl odezvy deformace žeber u simulace boční zkoušky ALIS (obr.72 vs.76) se zdá být značně citlivý i na malou změnu zatěžovacích akceleračních pulzů (tab.7, obr.74). Konkrétně to lze obtížně posoudit, protože na osách příslušných grafů chybí číselné hodnoty. Nepředstavuje to zásadní komplikaci při ladění optimálních zatěžovacích parametrů?
2. Rozdíl mezi simulacemi a reálným testem deformace žeber na obr.79a-79e a v tab.8 je prezentován pouze relativně. Zabýval se autor i otázkou absolutní velikosti těchto rozdílů ve vztahu k limitním hodnotám, přípustným z hlediska biomechaniky?

V Brně dne 15.7.2021

prof. Ing. Jindřich Petruška, CSc.

Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky  
FSI VUT v Brně