

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Dynamická numerická studie nárazu vozidla do silničního ocelového svodidla
Jméno autora:	Kristina Kletečková
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta dopravní (FD)
Katedra/ústav:	Ústav soudního znalectví v dopravě (16122)
Oponent práce:	Doc. Ing. Michal Micka, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání bakalářské práce vyžaduje od studentky podrobné seznámení se s problematikou silničních svodidel u nás i v zahraničí. Hlavní část zadání již vyžaduje znalosti z numerické simulace chování svodidla při nárazu vozidla. To předpokládá prostudování vybraných pasáží z teorie konstrukcí a mechaniky a dále zvládnutí práce s programy pro tvorbu geometrických modelů a výpočtovými programy ANSYS a LS DYNA. Tyto programy jsou prostředkem k vytvoření modelů vybraných typů silničních svodidel a také k provedení numerické analýzy jejich chování za daných podmínek. Zadání ukládá z výstupů numerické analýzy provést vyhodnocení chování svodidla při nárazu vozidla.</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Všechny body zadání bakalářské práce byly splněny. V obecné části své práce se studentka zaměřila na úlohu a charakteristiku silničních svodidel z pohledu bezpečnosti silničního provozu. V samostatné kapitole pojednává o dělení svodidel ze zákona, o technických požadavcích, o rozdělení svodidel podle materiálu a osazování svodidel. Protože v další části práce se zabývá konkrétními svodidly používanými v ČR, je zařazena i kapitola o historii používání svodidel v ČR. Další kapitola úzce souvisí s cílem práce a pojednává o zkoušení silničních svodidel podle ČSN a podstatných parametrech vypovídajících o jejich bezpečnosti.</p> <p>Podle zadání se v praktické části autorka věnuje dvěma typům ocelových svodidel používaných v ČR. K numerické simulaci chování svodidla byla použita metoda konečných prvků, konkrétně s využitím programů ANSYS (který je licencován na ČVUT) a LS DYNA PrePost. Podle technické dokumentace výrobce byl vytvořen geometrický model jednoho pole z ploch, kterými je tvořeno svodidlo, sloupek a spojovací části. Opakováním modelu je vytvořen model svodidla o délce 66 m. Z geometrického modelu byl vytvořen konečnoprvkový model z plošných elementů s danou tloušťkou, zadán bilineární materiál oceli a okrajové podmínky. Model svodidla byl doplněn modelem osobního automobilu Chevrolet – C2500 HD Pickup (převzato od National Crash Analysis Center) a zadány počáteční podmínky pro bariérovou zkoušku nárazem vozidla. Byla provedena statická analýza v programu ANSYS, která ukázala slabá místa, kde dochází při nárazu ke koncentracím napětí. Dále byly provedeny dvě dynamické analýzy pro náraz daného modelu vozidla do svodidel typu JSNH4/N2 a JSNH4/H1. Výstupy z numerické simulace jsou bohatě znázorněny na obrázcích a v tabulkách.</p> <p>Vyhodnocení výstupů prokázalo splnění bezpečnostních parametrů svodidel podle ČSN. K obdobným svodidlům jsou provedeny experimentální zkoušky Federální správou silnic FHWA v USA, takže bylo možné srovnat numerické výpočty a experimentální data. Výsledky vykazaly dobrou shodu chování svodidla při nárazu vozidla.</p>	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Postup řešení dané úlohy je správný. Náraz vozidla do svodidla se odehrává ve velmi krátkém časovém úseku. Jedná se tedy o rychlý děj, který lze řešit v programu užívající metodu konečných prvků. Proto volba programu LS DYNA PrePost je na místě. Je to volně přístupný program s bohatou výbavou prvků, materiálů a kontaktů a je v automobilovém průmyslu často využíván. Řešič soustavy rovnic neznámých parametrů je však licencován, ale tento řešič má i program ANSYS. Proto byl správně použit i program ANSYS. Tento typ úlohy s dlouhým úsekem svodidla je snad prvním, který byl na ČVUT</p>	

(a možná i v ČR) proveden. Lze ho proto považovat za pilotní projekt, který může být dále rozvíjen. Proto nepovažuji za nedostatek i některá zjednodušení modelu (plošné prvky, bilineární materiál, vetknutí sloupků). Tato zjednodušení byla opodstatněná s ohledem na složitost úlohy a výpočtový čas. Souhlasím s názorem autorky, že zpřesňování modelu v další práci může přinést zajímavé výsledky. Ale i tato práce prokázala vhodnost numerické simulace pro posuzování bezpečnosti svodidel.

Odborná úroveň

A - výborně

Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Práce je na vysoké odborné úrovni. Studentka prokázala znalost problematiky numerické simulace metodou konečných prvků při rychlých dynamických dějích. Práce s programy ANSYS SpaceClaim Direct Modeler, ANSYS a LS DYNA vyžaduje inženýrský přístup k řešení problému, představivost a také velké časové nasazení. Model byl vytvořen pro skutečně používané typy svodidel podle dokumentace výrobce. Seznam literatury a odkazů vypovídá o orientaci studentky v dané problematice a o jejím zájmu a o znalostech nad rámec běžného studia.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.

Bakalářská práce je zpracována na vysoké úrovni. Práce má předepsanou skladbu. Kapitoly mají logické řazení, jsou psány srozumitelně a jsou bohatě doplňovány obrázky, tabulkami a odkazy na citace a literaturu. Po formální stránce nemám připomínek.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Přehled literatury ukazuje na orientaci v problematice a využívání zdrojů a zkušeností jiných autorů k vlastní práci. V práci se na tyto zdroje odkazuje. Při tvorbě modelu použila vlastní postupy. Při vyhodnocení výsledků výpočtové studie vyšla z vlastních výsledků a vyjádřila vlastní názor.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Cílem bakalářské práce bylo prokázat možnost a vhodnost užití numerické simulace nárazu vozidla do svodidla k posouzení jeho bezpečnosti pro silniční provoz a pro cestující. To se plně podařilo. Model může být dále využit pro další zpřesnění (multilineární materiál, uložení sloupků v zemině, erodující elementy). Tato studie prokázala výpočtem bezpečnost svodidla pro normové hodnoty hmotnosti vozidla a jeho rychlost. V současném provozu se pohybují těžší vozidla i podstatně vyšší rychlostí a při nehodě dochází k totální demolici (nejen) svodidla. Rozvoj numerického modelování by mohl pomoci i při studiu těchto dopravních situací.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Bakalářská práce mě zaujala tématem, které je mi blízké, a velmi pěkným zpracováním. Kapitoly nejsou rozvláčné a jsou psány srozumitelně. Výsledky jsou použitelné v praxi, ve výuce a možná i osvětě pro řidiče. Z práce je poznat zájem studentky o studentský projekt. Doporučuji publikovat práci na některé studentské konferenci nebo na konferenci uživatelů ANSYS a LS DYNA.

Otázka na studentku:

Na obrázcích 9.1., 9.2., 9.8. a 9.9. je vidět, že dochází k trvalé deformaci svodidla. Lze z databáze výstupů numerického řešení získat hodnoty plastické deformace a porovnat je s mezním protažením materiálu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 3.9.2018

Podpis:

