

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Deformační prvky kabiny nízkopodlažní tramvaje
Jméno autora:	Bc. Jakub Seidl
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	U12120 – Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Martin Komínek
Pracoviště oponenta práce:	Škoda Transportation a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce vyžaduje na studentovi aplikovat základní teoretické poznatky o vozidlech a způsobech řízeného pohlcování energie na čele kolejového vozidla pro požadavky platné legislativy, tyto rozšířit o poznatky z reálného provozu vozidel a následně navrhnout deformační prvky pro nejtěžší verzi tramvaje z portfolia firmy. Zadání této práce považuji za adekvátní úrovni magisterského studijního programu.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<i>Posudte, 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>	
Zadání je rozděleno do pěti hlavních bodů a po prostudování diplomové práce konstatuji, že je plní všechny s těmito poznámkami a výhradami:	
<p>1) Specifikace legislativních a technických požadavků</p> <ul style="list-style-type: none"> - V kapitole 2 je srozumitelný přehled prvků aktivní a zejména pasivní bezpečnosti. V podkapitole 2.2.7 sice správně uvádí že tvar čela tramvaje není definován žádnou platnou normou, nezmiňuje však doporučení francouzské agentury STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés) které se zabývá tvarem čela zejména ve vztahu k chodcům. - Kapitola 3 se již detailně zabývá jednotlivými legislativními předpisy a jejich aplikací na tramvajové vozidlo. Správně uvádí všechny platné předpisy, které se v Evropě běžně používají. Postrádám zmínku o připravované aktualizaci normy EN15227, kde pro tramvaje přibyl nový scénář, který by měl na tuto práci jistě vliv. Na druhou stranu musím uznat, že pro osoby mimo odbornou veřejnost je velmi obtížné se k připravovaným verzím dostat. Dále zohledňuji, že tento scénář může v připomínkovém řízení oproti současnému znění doznat změn a tudíž této výhradě nedávám velkou váhu. <p>2) Rešerše deformačních prvků tramvaje</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rešerše vypracovaná v kapitole 5 správně dělí prvky na vratné a nevratné a na prvky ve spřáhle a mimo něj. V podkapitolách jsou pak srozumitelně popsány příklady jednotlivých typů prvků. Jednotlivé prvky reprezentují spíše použití na kolejových vozidlech obecně, než prvky běžně používané konkrétně na tramvajích, ale toto hodnotím spíše jako přínos. - V podkapitole 5.2 a zejména 5.2.1 je zjednodušeně uvedena deformační trubka jako jeden typ. Uvítal bych detailnější rozdělení na absorpci energie pomocí mechanismu přetváření a mechanismu obrábění, ale oba tyto způsoby zde uvedeny jsou. V detailnějším rozdělení by pak byl větší prostor na popis přetváření jednak uvedeným tzv. „roztahováním průměru trubky“ ale i řízené deformace crashboxu, který zde chybí (ačkoliv příklad je v práci uveden na obrázku 7-7). - Velmi zajímavé by bylo zhodnocení jednotlivých typů prvků v parametru <i>absorbovaná energie na jednotku hmotnosti</i>, ale musím uznat že tento parametr je pro studenta téměř nemožné získat od všech typů prvků. Proto hodnotím kladně alespoň uvedení přibližné schopnosti pohlcení energie vyjádřené v procentech. - Postrádám upozornění na výhody a nevýhody jednotlivých typů prvků, zejména ohledně charakteristiky síla-zdvih <p>3) Stanovení scénářů srážek a návržení dalších scénářů</p> <ul style="list-style-type: none"> - Student v kapitole 4 rozebírá statistiku nehod v systému DPP. Četnost správně přiřazuje ke konkrétnímu místu střetu na tramvaji zároveň sleduje i typ vozidla se kterým se tramvaj střetla. - Ze statistiky vyplývá zajímavá informace, že drtivá většina nehod tramvaj je se silničním vozidlem a nehody s kolejovým 	

vozidlem jsou co se týče počtu zanedbatelné. Na základě toho jednak vyvozuje potřebu lepší vzájemné kompatibility vozidla kolejového se silničním a za druhé stanovuje nový konstrukční scénář srážky.

- Tyto závěry jsou pak detailněji rozebrány v kapitole 7 „Kompatibilita tramvaje při srážce s automobily“, kde student popisuje rozdílné parametry hmotnosti, rozměrů i konstrukce vozidel a jejich konsekvence pro kolizi, což hodnotím velmi kladně.

- Jednotlivé scénáře srážek jsou popsány v kapitole 8, která aplikuje legislativní předpisy a také závěry plynoucí ze statistiky a kompatibility vozidel. Jednotlivé výpočty energií u každého scénáře jsou provedeny správně, ale uvítal bych jednoznačnější popis – neuvádět „*deformační prvek jedné tramvaje*“ musí absorbovat ale raději „*čelo jedné tramvaje*“ musí absorbovat – aby nedošlo k omylu.

- Podkapitola 8.4 se zabývá nově navrženým scénářem, jehož vstupní parametry rychlostí a hmotností jsou zvoleny velmi blízko typické nehodě. Uvítal bych však rozbor energetické bilance při různých aspektech a výsledcích srážky. Student zde zanedbává tření mezi pneumatikou a vozovkou, předpokládá pouze velmi malou změnu rychlosti tramvaje a přeměnu velké části kinetické energie tramvaje na rotační kinetickou energii nákladního vozidla. Výsledkem srážky se 7,5tuny těžkou překážkou je potřeba pohltit pouze 36kJ energie na čelo tramvaje, což při porovnání střetu s 3t překážkou a výslednými 70kJ je dosti diskutabilní závěr. Malý rozdíl rychlostí těchto scénářů není dostatečným vysvětlením. Ač student upozorňuje na potřebu zabývat se detailněji tímto scénářem, zdůrazňuje geometrii a vůbec není kritický k hodnotám energií.

4) Návrh a výpočet deformačního prvku

- Návrh vratného absorbéru je soustředěn na zvolení principu prvku, určení jeho výšky nad TK, síly při které má pracovat a výpočet potřebného zdvihu. Student dále uvádí maximální potřebné zástavbové rozměry, které však nekorelují s navrženým principem prvku - hydrostatický nebo plyno-hydraulický absorbér bývá výrazně menší. Kvádř však uvádí pouze jako maximální obálku, tudíž toto nemohu brát jako chybu.

- Pro nevratný absorbér energie student volí voštinovou strukturu, aniž by nějak komentoval proč právě tento, pro tramvaje netradiční, princip. Zabývá se na trhu dostupnou strukturou od konkrétního výrobce a hledá parametry nejvhodnější pro danou aplikaci. Kapitola 9.3.2 detailně popisuje numerický model, i postup výběru finálních parametrů voštiny. Bohužel zde diplomant zvolil nižší deformační napětí a velkou plochu. Jestliže je hlavním parametrem pouze deformační síla, mohl raději zvolit voštinu a její směr s vyšší hodnotou deformačního napětí, ale menšími rozměry. Chybí mi zde i porovnání výsledků numerického modelu se stlačovaní zkouškou v DP jiného studenta, kterou text zmiňuje.

5) Koncepční návrh zástavby deformačních prvků na čelo tramvaje

- V kapitole 9.4 je představeno 5 variant i kriticky zhodnoceno jejich řešení. Diplomant konstatuje že umístění vratných absorbérů energie za deformační prvky zmenší výsledné zástavbové nároky před čelem tramvaje o čemž, při absenci skutečných rozměrů vratného prvku, lze pochybovat.

-V kapitole 9.5 je provedena kontrola rozměrů čela tramvaje. Je zde sice uveden výpočet maximální obálky, ale není uvedeno podle jaké normy, či předpisu nějakého města je maxima dosaženo.

- V kapitole 9.6 je jako nejvhodnější uvedeno manuální nasazovací spřáhlo. Toto hodnotím jako nevhodně zvolené, jelikož provozovatelé většinou preferují rychlé spřáhování. Nasazení min.40kg těžkého spřáhla do studentem definovaného prostoru bude extrémně obtížné. Při kontrole umístění je pak patrné, že pro spřáhlo s automatickou hlavou už na čele není prostor.

Zvolený postup řešení

správný

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Student postupoval při řešení úkolů metodicky správně. Návrh deformačních prvků je podložen rozsáhlou přípravou (rešerše prvků i legislativy, statistika nehod, posouzení kompatibility se silničními vozidly). V nově navrženém scénáři by mohlo být zahrnuto více aspektů fyzikálního modelu, ale to lze chápat vzhledem k omezenému rozsahu diplomové práce. Kladně hodnotím použití softwaru pro numerickou simulaci a výběru parametrů voštiny. Nevhodně je zvolená velikost vratné i nevratné části absorbéru energie, které by mohly být menší. V návrhu zástavby vítám kritický přístup k jednotlivým variantám a zlepšující úpravy.

Odborná úroveň

B - velmi dobře

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

Předložená diplomová práce velmi dobře splňuje odbornou úroveň kladenou na diplomovou práci. Rešerše a statistika jasně ukazuje na potřebu změn v platné legislativě, tak aby více řešila srážky tramvají se silničními vozidly. Vlastní konstrukci absorberů by bylo vhodné rozpracovat více do detailů, což by ukázalo na limity deformačního prvku, který student navrhl. Výborně hodnotím použití pokročilého numerického modelu.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Textová část práce více než splňuje požadovaný rozsah a má logicky uspořádanou strukturu. V textu je občas nevhodně zvolené názvosloví, což ukazuje že student ještě nemá zkušenosti s psaním odborného textu a praxí. Grafické úroveň je velmi dobrá.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, 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.

Práce používá citované zdroje, které jsou v textu a u použitých obrázcích řádně uvedeny. Způsob uvedení citací je v souladu s citačními zvyklostmi.

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.

Diplomant předložil solidní práci, na jejímž základě by se mohl problémem kolizí dále zabývat v navazujícím doktorském studiu. v Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

Při obhajobě DP uvítám podrobnější komentář:

- a) k navrženému scénáři srážky
- b) ke konstrukčnímu řešení celého deformačního prvku

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis: