

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Studie trakčního podvozku kolejového autobusu
Jméno autora:	Bc. Tomáš Hromádka
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	12120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Petr Šindelář
Pracoviště oponenta práce:	VÚKV a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání diplomové práce skýtá diplomantovi příležitost k řešení široké problematiky, pro vyřešení studie trakčního podvozku je nutné vyřešit řadu souvisejících problémů, počínaje skříňmi vozidla, rozhraním s infrastrukturou, řešit problematiku provozního nasazení a režimu vozidla, problematiku hospodaření s energií.</p>	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<i>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>Jak již je naznačeno v zadání diplomové práce, řešení této problematiky je bezbřehé, takže se nelze divit, pokud některé problematiky jsou řešeny zjednodušeně, okrajově, rámcově. Samozřejmě každý čtenář má jiné vnímání kritérií důležitosti souvisejících problematik. Z osobního pohledu oponenta je mírně opomíjeno řešení hrubé stavby z pohledu pevnosti či odolnosti při nárazu. Z hlediska elektrického pohonu, vidím vyřešení problematiky zdroje/úložny elektrické energie jako jeden ze zásadních bodů nutných pro „životaschopnost“ vozidla. Z tohoto pohledu je otázka zdroje el. energie - baterií, kapacitorů - popsána možná příliš povrchně, nevylučuji ale, že je to jen osobní názor oponenta. Nicméně zadání diplomové práce toto nepožaduje, takže je to nutno hodnotit jako osobní aktivitu diplomanta.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Při řešení rešerše vozidel diplomant „sklouzává“ k řešení pohonu inspirovaným tramvajovými a železničními vozidly, ale je to důsledek poměrně méně četného výskytu autobusů a elektrobuses v sledované oblasti.</p> <p>K vlastnímu řešení, zvoleným postupům řešení trakčního podvozku nemám vážnějších výhrad. V diplomové práci je ale několik pochybení, například úvaha při vyšetření prostoru pro trakční motor. Za chybu považuji, že při výpočtu bezpečnosti proti vykolejení nebyl uvažován stav při nefunkčním vzduchovém vypružení (stav „na nouzi“). Dále mi není jasné, proč tažná tyč přenosu podélných sil z rámu podvozku do spodku vozu není směřována optimálně. Další výhrady lze vznést při volbě součinitele adheze uvažovaného při návrhu ložisek kol.</p>	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Z diplomové práce srší fenomény doby. Informace získané z internetových zdrojů, naopak je potlačena kvalita technických výkresů generovaných z 3D modelů.</p> <p>Oblast pojednávající o legislativě kolejových vozidel je mírně chaotická, je zde správně naznačeno sjednocení legislativy pro zajištění interoperability, načež ale se diplomant odkazuje na ČSN normy, které nejsou odvozeny z evropských norem (např. zmiňovaná norma pro obrys).</p> <p>V rešerši je diskutabilní vysvětlení „nízkopodlažnosti“ (např. vůz metra s podlahou 960mm je nízkopodlažní?; nutno</p>	

rozlišovat nízkopodlažnost x úrovňový vstup). Rešerše ve snaze naznačit všechny limity podobných vozidel, jejich uspořádání vede ke směřování různých druhů vozidel, což na mne působí nesetříděně. Asi bych očekával více informací o kladech/záporech jednotlivých technických řešení a možná naznačení spojitostí jednotlivých technických řešení s konkrétním provozním nasazením.

Navržený typový výkres elektrobusu nese designové znaky inspirované vozidlem Coradia Lyrex fy. Alsthom, kde ale lze předpokládat, že některá řešení mohou být patentově chráněna a navíc asi nejsou z hlediska technického a finančního řešení optimální (hrubá stavba, okna), holt designér se prosadil na úkor funkčnosti a technické kvality.

Navržená hrubá stavba, i když není v požadavcích zadání, není optimální z hlediska pevnostních požadavků (zatížení požadovaná ČSN EN12663-1 (2015), ČSN EN15 227 (2011) odolnost při nárazu), řešení rámu dveřních otvorů. Není řešena problematika tažného a narážecího ústrojí.

V návrhu by asi měl být respektován požadavek světlosti vstupních dveří (min. 1000mm) pro cestující se sníženou pohyblivostí.

Při vlastním řešení problematiky podvozku a pohonu je postupováno principiálně správně, některé drobné chyby nesou znaky profesní nezkušenosti a nerozváženosti (čemuž se ale nelze divit). Toto je vidět například při úvaze o obrysu pro konstrukci v oblasti motorů. Díky chybné úvaze je výrazně ovlivněn výsledek vyšetření obrysu pro konstrukci, navíc nejsou uvažovány svislé a příčné posuvy, ojetí dvojkolí.

Při umístění bateriového pohonu byly nedostatečně zohledněny potřeby údržbového přístupu k bateriím vozidla.

Navíc vidina možné 100% nízkopodlažnosti komplikuje provedení rámu podvozku, komplikované silové toky v důsledku vedou na vyšší hmotnost 1x vypružených hmot rámu podvozku. Komplikovanější rám podvozku pro nízkopodlažní uličku je ale ve finálním řešení znehodnocen zaplněním nízkopodlažní uličky bateriemi. Při navrženém uspořádání baterií si je nutno položit otázku servisní údržby baterií, zejména přístup k bateriím v uličce.

Ještě si neodpustím principiální otázku: Do jaké míry je vhodné umístění baterií pod představkem z hlediska zranitelnosti při kolizích na přejezdech? Otázka zkratu, výbuchu, požáru baterií po kolizi na přejezdu?

V popisu podvozku chybí informace o uvažovaném vzduchovém zapojení vzduchových pružin (jednobodové x vícebodové uložení skříně), na tom je závislé zda je nutné podvozek vybavit torzním stabilizátorem pro omezení kolébání (rotace okolo osy x a vlivem na obrys pro konstrukci) či nikoliv. Nejsou uvedeny informace o řešení příčných, svislých nárazek a podchytek. Ve výpočtu bezpečnosti proti vykolejení není řešen stav vypružení „na nouzi“ (tj. bez vzduchu v sekundárních pružinách).

Celkově je nutno říci, že bezpečnost proti vykolejení u takto jednoduchého vozidla, je řešena značně zjednodušeně.

Při některých úvahách dimenzování prvků podvozku nejsou uvažovány hodnoty vstupů na straně vyšší bezpečnosti (např. součinitele adheze). Navíc je chybně odvozen uvažovaný počet cyklů pro návrhu zatížení ložisek). V tabulce 15 by bylo vhodné při obhajobě diplomové práce upřesnit o jaké frekvence se jedná (houpání?, kývání?).

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

V diplomové práci bych asi nedoporučoval použití hovorových výrazů typu „motorák“ apod.

V diplomové práci absolventa strojní fakulty bych dbal na přesné odborné, oborové vyjadřování (hřidel dvojkolí je v oboru kolejových vozidel náprava, ...). Poměrně časté jsou v diplomové práci chyby „čísel“ (počty cestujících v různých výpočtech, hmotnosti, zjednodušené uvažování hmot nevypružených, 1x nebo 2x vypružených při návrhu vypružení).

Trochu mě popuzuje použití termínu „dokonale vypružená hmota“.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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.

Student prokázal výraznou schopnost získat podklady zejména z internetových zdrojů. V diplomové práci jsou ve většině případů uvedeny zdroje informací, k otázce citační etiky se nebudu vyjadřovat, při absolutním respektování by musel být odkaz na autora u každého vzorce.

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.

Problematika kolejového elektrobuse je natolik složitá, že nebylo možné očekávat, že diplomant předloží v mašličkách vyřešení tohoto úkolu. Pro životaschopnost řešení je mimo „kolejářských specializací“ nutné zapojení specialistů řešících baterie, uložení vysokých krátkodobých odběrů/uložení energie při rozjezdech/zastavování vozidla (kapacitory?), udržování baterií v „kondici“ za mrazu, za vysokých dobíjecích proudů podobně – zkrátka vyřešení problematiky managementu baterií. Proto bych volbu typu baterií nechal na specialistech.

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.

Měl jsem možnost oponovat diplomovou práci s velmi zajímavým zadáním, která by určitě byla vhodná k hlubšímu propracování. Je zde vidět jasný směr diplomanta, snaha řešit problematiku. Při některých rozhodnutích diplomanta jsou uvažována výrazná zjednodušení, někdy jsou tato zjednodušení podle mého názoru přílišná.

Diplomant se při řešení nedopustil závažných chyb, v široké míře využívá nejmodernější návrhové metody, trochu mne v práci chybí kontrola selským rozumem (to vede na chyby např. v počtu zatěžovacích cyklů ložisek apod.). Několik výše uvedených připomínek vyplývá také z konstruktérské nerozvážnosti či nezkušenosti.

Z výše uvedených připomínek by bylo vhodné v rámci obhajoby okomentovat či doplnit. Například v sekundárním vypružení popsat vzduchové zapojení (jednobodové nebo vícebodové, objasnit proč není nutný stabilizátor kolébání).

Další objasnění by bylo vhodné k řešení tažné tyče přenosu podélných sil z rámu podvozku do spodku vozu (optimum?).

Drobné formální nedostatky kazí celkový dojem z rozsáhlé práce, špatná čísla obrázků, chybně přepsané hodnoty, ...

Diplomant prokázal své schopnosti v 3D modelování, používání prostředí SIMPACK.

Rozsahem lze diplomovou práci hodnotit jako mírně nadprůměrnou.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 3.8.2018

Podpis: Petr Šindelář

