

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Konstrukční studie Jacobsova podvozku pro nízkopodlažní tramvaj
Jméno autora:	Bc. David FOLWARCZNY
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí práce:	doc. Ing. Josef KOLÁŘ
Pracoviště vedoucího práce:	12 120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce, které vzniklo ve spolupráci se Škodou Transportation a.s. hodnotím jako náročnější. Zadáním diplomové práce bylo studentovi uloženo vypracovat: <ul style="list-style-type: none"> - Rešerši na téma: „ Použití Jacobsových podvozků u tramvajových vozidel“. - Typový výkres kloubové šestinápravové nízkopodlažní tramvaje v měřítku 1:50 a výpočet obrysu pro konstrukci. - Hmotnostní rozbor tramvaje a výpočet statických kolových a nápravových sil. - Návrh konstrukčního řešení běžného otočného Jacobsova podvozku. - Návrh vypružení podvozku, výpočet změn kolových sil tramvaje a bezpečnosti proti vykolejení. - Sestavný výkres Jacobsova podvozku s navrženým vypružením. Práce vyžadovala od studenta provedení velkého množství dílčích činností a prokázání schopnosti aplikovat poznatky získané z magisterského studia do řešení úkolů diplomové práce.	

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>	
Diplomová práce je zpracovaná na celkem 122 stranách. Obsahuje 132 obrázků, 40 tabulek a požadovanou výkresovou dokumentaci. Zadáním diplomové práce bylo studentovi uloženo vypracovat několik dílčích úkolů. Jejich řešení student řádně zdokumentoval v dílčích kapitolách diplomové práce. Požadovaná rešerše je diplomantem zpracovaná v první a především ve druhé kapitole, ve které na vhodně vybraných příkladech dokumentuje (na 10 stranách) použití pravého a nepravého Jacobsova podvozku u tramvajových vozidel. Ve třetí kapitole student představil navržené obousměrné dvoučlánekové tramvajové modelové vozidlo s Jacobsovým podvozkem ve dvou základních variantách. Varianta I představuje vozidlo s delšími a širšími články, vhodné pro nové rychlodrážní tramvajové dráhy. Varianta II představuje vozidlo s kratšími a užšími články, které vyhovuje ČSN 28 0337 a bylo by použitelné pro provoz v ČR. Kapitola je doplněna obrázkem modulární řady více-článekové varianty tramvajů s Jacobsovými podvozky umístěnými v kloubovém spojení jednotlivých článků. Ve čtvrté kapitole je proveden kvalifikovaný hmotnostní rozbor obou navržených variant dvoučlánekové kloubové nízkopodlažní tramvaje. Jsou stanoveny svislé síly na jednotlivé podvozky vozidla a jsou vypočtená nápravová zatížení pro jednotlivé zátěžové stavy (ELE až EL8). V páté kapitole, studentem méně vhodně nazvané „Průjezd vozidla obloukem“, je de facto proveden výpočet obrysu pro konstrukci vozidla. K provedené výpočtu a ke kontrole obrysu skříňě článků navržené nízkopodlažní tramvaje nemám připomínek. V šesté kapitole je proveden návrh duplexních pružin sekundárního vypružení. Návrh byl proveden s cílem použít na krajních a na prostředním podvozku stejné prvky vypružení. V kapitole 6.5 student uvádí, že návrh parametrů pružin provedl tak, aby ve vnější a vnitřní pružině bylo dosaženo stejné napětí. Nic méně, jak dokumentuje tabulka tab. 6-12 se tento záměr nepodařilo zcela naplnit (vnější pružina $\tau_{v1dynD} = 244 \text{ N/mm}^2$ vnitřní pružina $\tau_{v1dynD} = 266 \text{ N/mm}^2$). Nám otázku, proč je mezi pružinami v tomto zátěžovém stavu rozdíl 22 N/mm^2 , tj. rozdíl 10%? Výpočet vlastních frekvencí na str. 65 není metodicky správně popsán. Z popisu není patrné, jakou hmotnost skříňě přidělil do modelu dvouhmotové soustavy při výpočtu vlastní frekvence prostředního podvozku B. Student mohl použít jiný, vhodnější výpočetní model vozidla.	

V sedmé, velmi rozsáhlé kapitole je studentem popsáno zvolené konstrukční řešení rámu podvozku a to ve variantě vnějšího rámu a ve variantě vnitřního rámu. U vnitřního rámu došlo k výrazné změně velikosti příčné báze sekundárního vypružení a tedy i úhlové tuhosti sekundárního vypružení, to se projevilo při výpočtu změn kolových sil, který diplomant zdokumentoval v osmé kapitole. V jednotlivých částech sedmé kapitoly student na vybraných dílech dvounápravové Jacobsova podvozku (kývačka, kolébka, tlumiče, kolejnicové brzdy, kotoučové brzdy, kloubové spojení, ...) popisuje rozdílnost v jejich řešení pro aplikaci vnějšího nebo vnitřního rámu podvozku. Dovolují si upozornit, že některé navržené komponenty a jejich upevnění na rám podvozku by si mnohdy vyžádaly větší a detailnější analýzu, která by však výrazně překročila zadání DP. Například navržené podélné ojníčky vedení kolébky jsou poměrně krátké a budou patrně při houpání vozidla (rozkladem podélné osově síly) výrazněji ovlivňovat namáhání pružin sekundárního vypružení. Na obrázku Obr. 7-35 postrádám konstrukční řešení kotoučových brzd. To však nijak nesnižuje rozsah studie provedených dílčích konstrukčních uzlů, na jejichž základě student dospěl k závěru použít variantu s vnitřním rámem podvozku, kterou vedle verze běžného podvozku představil i ve verzi trakčního podvozku s plně odpruženým pohonem dvojkolí. K možnosti pohánět dvojkolí ojníčkovou spojkou, řešenou studentem v rámci jeho BP, bych jen uvedl, že tato spojka by musela být robustnější, neboť v BP byla dimenzována pro pohon jednoho tramvajového kola, nikoliv tramvajového dvojkolí.

V osmé kapitole diplomant popsal postup při výpočtu změny kolových sil při postavení člankového vozidla s torzně poddajnými podvozky na zborčené koleji. V úvodu kapitoly však chybí poznámka, že již samotné použití torzně poddajného rámu podvozku s pryžovovými pouzdry způsobuje vlivem zachycení svislé reakce ve spojovacím kloubu rozdílné hodnoty statických sil na jednotlivých kolech dvojkolí. Oceňuji samostatné odvození výpočtového modelu změn kolových sil při postavení poddajného podvozku na zborčené koleji.

V deváté kapitole je s pomocí Heumannovy metody studentem stanovena řídicí a vodící síla a je proveden výpočet bezpečnosti proti vykolejení. Souhlasím se studentovým komentářem k tomuto výsledku.

Závěrečná desátá kapitola představuje studentův pohled na splnění jednotlivých úkolů zadání diplomové práce a porovnání obou variant (vnější a vnitřní rám) navrženého Jacobsova podvozku.

Po prostudování diplomové práce konstatuji, že zadání diplomové práce bylo studentem splněno a modelem studie trakčního Jacobsova podvozku překročeno.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce

B - velmi dobře

Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.

Diplomant při řešení dílčích úkolů diplomové práce přistupoval vcelku svědomitě. Dílčí výsledky průběžně konzultoval, někdy s větším časovým odstupem. Na konzultace i přes nelehké období bezkontaktní výuky, které bylo způsobené pandemií Covid-19, byl vždy připraven. Předkládal vlastní náměty řešení dílčích úkolů. Zpracováním a rozsahem diplomové práce student prokázal schopnost úspěšně aplikovat poznatky z magisterského studia do vlastní tvůrčí konstrukční práce. Student je zodpovědný, má velmi dobré předpoklady k plnění odborných úkolů technické praxe a je schopen v dobrém tvůrčím pracovním kolektivu dalšího odborného růstu.

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.

Odbornou úroveň předložené diplomové práce hodnotím stupněm velmi dobře, neboť konstrukčně analyzuje možnosti konstrukčního řešení Jacobsova podvozku při stavbě modulové řady nízkopodlažních tramvají. Diplomant v rozumné míře a srozumitelně využil znalosti a data získané nejen studiem, ale i z odborné literatury a ze spolupráce s projektanty kolejových vozidel firmy Škoda Transportation a.s.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Jazykovou a typografickou úroveň předložené diplomové práce hodnotím na výborné úrovni. Textová zpráva je přehledná, logicky strukturovaná a je vhodně proložena obrázky. Tím je i komentář plnění úkolů DP srozumitelný.

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.

Citované zdroje jsou v textu a u obrázků řádně uvedeny a jsou odlišeny od vlastních komentářů, obrázků a grafů. Práce se odkazuje celkem na 40 citačních zdrojů. Způsob uvedení citací je v souladu s citačními zvyklostmi. Nedomnívám se, že by student porušil citační etiku.

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.

Oceňuji schopnost studenta vytvořit v nelehkém období Covidu 19 vcelku kvalitní 3D modely článkové tramvaje a obou variant Jacobsových podvozků. Student si vytvořil v Excelu i své vlastní výpočetní programy, které využil mimo jiné i pro analýzu bezpečnosti proti vykolejení.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Diplomová práce představuje základní koncepční studii vhodnosti použití Jacobsova podvozku pro článkové nízkopodlažní tramvaje. Student ke zpracování diplomové práce přistoupil velmi zodpovědně. Diplomová práce má logický, přehledný a srozumitelný komentář, který odpovídá na základní technické otázky položené v zadání DP.

V technické praxi na vývoji nízkopodlažní tramvaje, pracují větší týmy projektantů a konstruktérů. Není proto v silách jednoho studenta magisterského studia, aby ve spolupráci s vedoucím diplomové práce a konzultanty ze ŠT v rámci řešení diplomové práce stihnul vyřešit a šířeji popsat všechny technické problémy spjaté s vývojem podvozku pro nízkopodlažní tramvaje.

Zpracováním DP i přes mé drobné výtky, které jsem uvedl v posudku, diplomant prokázal schopnost zodpovědně řešit dle svých odborných znalostí dílčí úkoly technické praxe.

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

Datum: 4.8.2020

Podpis:


doc. Ing. Josef Kolář, CSc.