

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh vypružení tříčlánekové regionální částečně nízkopodlažní jednotky
Jméno autora:	Bc. Dominik Pěnkava
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Oponent práce:	Ing. Roman Zakopal
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, aby prokázal schopnost provázat základní teoretické poznatky o konstrukci železničních vozidel do konkrétního návrhu základních parametrů vícečlánekového vozidla pro regionální provoz (obrys, hmotnostní rozbor, typový výkres atd.) a konstrukčního návrhu vypružení a vedení dvojkolí v podvozku. Zadání diplomové práce považují za přiměřené požadavkům magisterského studijního programu.	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
<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>	
Zadáním diplomové práce bylo studentovi uloženo vypracovat konstrukční návrh prvků primárního i sekundárního vypružení a vedení dvojkolí u trakčního a běžného podvozku. Tomu měla předcházet rešerše koncepčního řešení článkových regionálních jednotek. Pro vozidlo měl být vypracován typový výkres a hmotnostní bilance, která měla sloužit jako prvotní podklad pro stanovení zatížení vypružení. S ohledem na výpočet vypružení měly být dále stanoveny vlastní frekvence houpání, kývání, kolébání a vybočování vozidla. Konstrukční studie podvozku měla být zdokumentována sestavným výkresem podvozku, detailním rozbohem obou stupňů vypružení včetně konstrukčního řešení vedení dvojkolí.	
Po prostudování diplomové práce konstatuji, že zadání je splněné s těmito poznámkami a výhradami:	
➤ <b>rešerše</b> (kap. 1) je přehledně a srozumitelně zpracovaná, nicméně s ohledem na zadání diplomové práce – konstrukční návrh vypružení a vedení dvojkolí – postrádám jakoukoliv zmínku o technickém řešení podvozků u popsaných vozidel.	
➤ <b>typový výkres</b> (kap. 2) je pojat velice zjednodušeně, chybí základní údaje - počet sedadel, celková obsaditelnost, průměr kol, rozměry skříní jednotlivých článků atd. Pochyby vzbuzuje tvar čela vozidla bez jakéhokoliv zúžení, což se v kapitole <b>4. Výpočet obrysu</b> projeví jako podstatná chyba ve výpočtu obrysu. Nesouhlasím s větou na str. 13: „ <i>Plocha podlahy pro stání byla odhadnuta z typového výkresu</i> “. Podlahová plocha pro stojící cestující, resp. celková obsaditelnost vozidla je základním vstupním parametrem do hmotnostní bilance a následně pro výpočet vypružení, je tedy na místě, aby podlahová plocha byla z typového výkresu <b>přesně vyčíslena</b> .	
➤ <b>výpočet zatížení</b> (kap. 3) vychází z chybně formulovaných momentových rovnic jak u vloženého vozu, tak zejména v případě řídicího vozu. Je tedy chybně vypočten základní vstupní údaj prakticky celé diplomové práce. Postrádám v textu diplomové práce hmotnostní rozbor vozidla s příslušným komentářem, jak se k údajům došlo. Pouze z hodnot ve vzorcích, nebo z příloženého souboru <i>F2-DP-2018-Penkava-Dominik-priloha-vypocty.xlsx</i> lze dovodit, že hmotnost každého článku (bez podvozků) byla „zvolena“ 21 000 kg. Toto rozložení hmotnosti je nutné považovat - vzhledem ke koncepci a rozměrům vozidla – za velice nepravděpodobné.	
➤ <b>výpočet obrysu</b> (kap. 4) je metodicky zpracován správně. Bohužel i zde se diplomant dopustil chyby, která podstatným způsobem zasahuje do návrhu celého vozidla – obrys čela řídicího vozu je kontrolován ve vzdálenosti 2 m od otočného čepu podvozku. Nicméně čelo vozu je podstatně delší – na typovém výkrese sice kóta chybí, lze však odhadnout, že se správný rozměr pohybuje kolem 4 – 4,5 metru. Pro tuto vzdálenost již čelo vozu bez zúžení nevyhoví, což ostatně dokládá i příložený program v excelu: stačí zvětšit hodnotu vzdálenosti kontrolovaného místa od osy podvozku a program již hlásí překročení dovoleného obrysu.	

Diplomant na straně 21 konstatuje: „Zejména z aerodynamických důvodů je obrys v celé délce vozu navržen stejný, a proto v tomto případě je pro něj limitní hodnota uprostřed vozu, viz obr. 12.“ Ve výpočtu obrysu je ale počítáno s rozdílnými hodnotami – řídicí vůz má uvedenu pološířku skříně 1 400 mm pro oba případy, vložený vůz pak jednou 1 400 mm, ve druhém případě 1 440 mm. Z jakého důvodu? Jestliže je jako závazná hodnota brána pološířka 1 440 mm, což odpovídá typovému výkresu (šířka skříně 2 880 mm), pak měl být na tuto hodnotu zkontrolován obrys i v ostatních místech vozidla.

- **stanovení tuhostí vypružení** (kap. 4.1, chyba v číslování kapitol) je redukováno pouze na výpočet vypružení běžného podvozku, neboť je ve výpočtech pro dvoumotovou soustavu uvažována hmotnost platná pro běžný podvozek. Hmotnost trakčního podvozku je dle předchozích údajů dvojnásobná.
- **bezpečnost proti vykolejení** (kap. 4.5, chyba v číslování kapitol) je vypočtena dle správných vzorců a se správným postupem, bohužel ale za použití chybných vstupních hodnot. Nejneprůzračnější stav většinou nastává u krajního podvozku, který je v této konfiguraci vozidla trakční. Pak je nutné ve vzorcích pro výpočet kolové síly počítat s hmotností trakčního podvozku tj. 8 800 kg (ve výpočtech nesprávně uveden běžný podvozek s hmotností 4 100 kg). Chybně je také uvedena hmotnost  $m_2 = 21\ 000$  kg. Dle předchozích kapitol se jedná o hmotnost celé skříně, tudíž zcela jistě by neměla uvedená hmotnost 21 000 kg působit pouze na jeden podvozek. Výše uvedené chyby popírají správnost konstatování na konci kapitoly, a to že je vozidlo bezpečné proti vykolejení v oblouku.  
Kapitola 4.6 Bezpečnost proti vykolejení na zborcené koleji obsahuje drobnou chybu v uváděném rozvoru podvozku – 2,6 m. Správně má být 2,5 m. Pro závěr ale platí to samé, jako u bezpečnosti proti vykolejení v oblouku.
- **konstrukční návrh vypružení** (kap. 6) je zpracován dle všeobecných zvyklostí. Uvítal bych podrobnější popis kývačky (např. popis kloubu mezi rámem podvozku a kývačkou). Na str. 41 chybí část textu.
- **model kmitání** (kap. 7) a výsledky z matematického modelu vyplývající by si zasloužily závěrečné zhodnocení.

## Zvolený postup řešení

správný

*Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.*

Student postupoval při řešení úkolů diplomové práce v převážné míře metodicky správně – používal správný matematický aparát, sled výpočtů logicky navazuje na sebe atd. Nicméně zásadní problém spočívá v použití chybných vstupních dat hned v úvodu projektu.

## Odborná úroveň

E - dostatečně

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

Předložená diplomová práce obtížností řešených úkolů splňuje odbornou úroveň kladenou na magisterskou diplomovou práci. Neměly by se v ní ale vyskytovat tak fatální chyby, které poukazují na základní neznalosti v oboru – nesprávný obrys čela, nereálné rozložení hmotnosti vozidla mezi jednotlivé články, chybné hodnoty ve výpočtech bezpečnosti proti vykolejení apod.

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

K formální stránce a jazykové úrovni nemám připomínky.

Textová část práce splňuje požadovaný rozsah, má logicky uspořádanou strukturu, nicméně některé kapitoly měly být zpracovány podrobněji – především bych uvítal jasně definovat vstupní hodnoty (jak se k nim došlo) a komentář k dosaženým výsledkům. Typový výkres je velice zjednodušený.

## 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.*

Formální stránka bez připomínek. Výběr pramenů by vzhledem k tématu mohl být obšírnější.

## 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.

### 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.

Předložená práce rozsahem odpovídá diplomové práci magisterského studia, nicméně obsahuje velké množství chyb, které zásadně ovlivňují správnost dosažených výsledků.

Při obhajobě DP uvítám podrobnější komentář k:

- a) hmotnostnímu rozboru vozidla – stručně nastínit, z jakých předpokladů diplomant vycházel
- b) vlastnímu konstrukčnímu řešení vedení dvojkolí pomocí kývačky

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 1.2.2018

Podpis: 