

Oponentní posudek bakalářské práce

Název práce	Přehled způsobů přenosu podélných sil mezi skříní a podvozky u hnacích vozidel a jejich vlastnosti
Akademický rok	2023/2024
Student	Adam Kubík
Vedoucí práce	doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.
Oponent	doc. Ing. Petr Voltr, Ph.D.

Tento oponentní posudek se týká podruhé přepracované bakalářské práce, odevzdané dne 31. října 2024.

Obecná charakteristika

Předložená bakalářská práce se týká oblasti konstrukce kolejových vozidel, téma je relevantní pro daný studijní program a specializaci. Práce obsahuje přehled používaných řešení daného konstrukčního uzlu a uvádí jednoduchou výpočetní analýzu vlivu parametrů na podstatné vlastnosti, které se odráží v konstrukci a provozu hnacích vozidel.

Bakalářská práce má 52 stran textu a 17 stran příloh, tedy poněkud přesahuje rozsah doporučený pro bakalářskou práci. Z formálního hlediska zahrnuje práce všechny části předepsané směrnicí Univerzity Pardubice pro úpravu závěrečných prací.

Jedná se o podruhé přepracovanou verzi bakalářské práce, která byla neúspěšně obhajována u SZZ v červnovém a následně v srpnovém termínu v akademickém roce 2023/24. Obě předcházející verze jsem posuzoval, a v aktuálním posudku tudíž беру v úvahu posun oproti dřívějšímu stavu.

Zpracování zadaného úkolu

Úkol č. 1

Prvním úkolem v zadání bakalářské práce je zpracování přehledu způsobů přenosu podélných sil – této části zadání odpovídá kapitola 1. Popis dle mého názoru zahrnuje všechna relevantní řešení. Nezaznamenal jsem vyloženě chybná tvrzení vyjma těch, kde chyba je spíše na straně vyjadřování než myšlenky. Stylistická úroveň je nevalná, kvalita a srozumitelnost výkladu by ještě snesla vylepšení.

V předcházejícím posudku jsem měl k této části čtyři připomínky:

- Ohledně matoucího tvrzení o tuhosti jednotlivých stupňů vypružení při použití ploché torny: student reagoval na připomínku, z daného úseku textu byla ponechána jen relevantní část.
- Ohledně výkyvných, tzv. alsthomských sloupků – student reagoval na připomínku a vypustil větu s problematickým tvrzením, čímž však věta následující ztratila kontext a stala se ještě méně srozumitelnou. Na konec bylo dokonce doplněno upřesnění „které jsou prostřednictvím torny vzájemně spojené“ (s. 14), což však je nepatřičné, neboť daná věta popisuje výkyvné sloupky, nikoli torny.

- Ohledně otočného čepu – student reagoval na připomínku a zařídil se podle rad, které jsem studentovi zaslal později v e-mailové komunikaci. Před text „Možnosti uložení čepu:“ na s. 15 by se však pro srozumitelnost ještě mělo zařadit, že od tohoto místa dále se popis týká jen třetí varianty v seznamu výše. I s tímto nedostatkem je text oddílu 1.2 lepší než v předcházející verzi bakalářské práce.
- Ohledně pohyblivosti spojení plochou tornou – student reagoval na připomínku, doplnil správné tvrzení, avšak původní chybnou větu (kterou v doplněné větě popřel) ponechal beze změny.

Úkol č. 2

Druhý úkol bakalářské práce spočívá v analytickém porovnání představených řešení s ohledem na změny svislých kolových sil a kolísání podélných sil. Tomuto úkolu se věnuje část kapitoly 2, která obsahuje 17 oddílů – pro tuto část práce by se dala zvolit přehlednější struktura, což jsem poznamenával už v předcházejícím posudku, avšak student v tomto směru neprovedl žádnou úpravu k lepšímu. Jednotlivé statě jsou tak poskládány za sebe bez snahy o dokonalejší logické uspořádání, jejich pořadí a postup výkladu působí vcelku náhodně.

K připomínkám z posudku předcházející verze:

- Ohledně chyby v grafu 1: student reagoval na připomínku, hodnoty jsou nyní správné.
- Ohledně chybějícího rozboru pro plochou tornou a šikmou tyč:
 - Případ ploché torny byl doplněn v odd. 2.5, připravené na základě literatury [2] (autor R. Nejepta), a to s rozsahem a podrobností neúměrnou významu této problematiky v dané bakalářské práci – žádný případ lokomotivy s plochou tornou v přiložených výpočtech není, natož aby se rozlišoval druh pohonu dvojkolí nebo provahadlování ložiskových skříní. Odborná úroveň a styl vyjadřování v odd. 2.5 se výrazně liší od ostatních částí práce. Mám tedy dojem, že student celou stať převzal z literatury, aniž by se pokusil o vytažení podstatných informací a řádné zakomponování do vlastní práce. Pokud byl celý text nebo jeho větší části doslova převzaty (nemohu ověřit, nemám knihu k dispozici), jedná se dle mého názoru o porušení zásad citační etiky, neboť označení zdroje (první věta pod nadpisem 2.5 a poslední věta před nadpisem 2.5.1) není dostatečné pro doslovnou citaci.
 - Případ šikmé tyče, který naopak je velmi důležitý, nadále postrádám. Tento případ možná měl být vypořádán nově zařazeným oddílem 2.4. Ten je však velmi stručný, postrádá podstatné odvození (rovnice rovnováhy či alespoň nákres dokládající vypsání vztahy) a vlastně jen opakuje vztahy vypsání na konci oddílu 2.3; ignoruje případ, kdy jsou pro přenos sil použity šikmé tyče, které však přesně nesplňují podmínku mechanického optima.
- Ohledně chybějícího rozboru pro třinápravový podvozek: v tomto ohledu student reagoval na připomínku, rozbor byl (s využitím rad zaslanych v e-mailové komunikaci) doplněn – viz odd. 2.6. Řešení rovnic je však chybné, například ve vztazích (55), (57) nesouhlasí fyzikální jednotky – levá strana je v N, pravá strana v Nm². Potom je otázkou, zda byly poznatky odd. 2.6 skutečně využity ve výpočtech (odd. 2.12.1 a další, přílohy).
- Ohledně podélných oscilací při vazbě podvozku se skříní šikmou tyčí: v posudku jsem vyjmenoval tři jasně rozpoznatelné chyby, a tyto chyby student v aktuálně předložené verzi alespoň částečně opravil. Při tom však již nešel nad rámec opravy těchto jednotlivostí, celek zůstává zmatený a má pochybnou informační hodnotu. K vypočtenému příkladu (zde grafy 15 a 16) jsou doplněny vstupní hodnoty, nicméně perioda 100 s v grafech určitě neodpovídá tvrzení na předcházející straně, kde je frekvence uvedena jako 1 Hz. Vztah (69) již není vyloženě chybný, ale platí jen tehdy, má-li tyč ve střední poloze vodorovnou (nikoli šikmou) orientaci. Pro graf na obr. 30 nejsou uvedeny vstupní údaje. Jaké by musely být geometrické parametry sestavy, aby podélná výchylka ve vazbě skříně a podvozku oscillovala v rozsahu ±10 cm?

Úkol č. 3

Třetím úkolem práce je číselné stanovení uvedených vlivů pro daná existující vozidla, navíc s variací parametrů v okolí jejich skutečných hodnot. Tomuto bodu se autor věnuje v odd. 2.7–2.14.

Průběhy vykreslené v grafech ukazují, že student opravil chybné výsledky z předcházející verze. Stále je však patrné, že student má obtíže s interpretací výsledků. Např. na s. 38 se uvádí: „Tady je ovšem problematika nejzajímavější. Výška bodu přenosu tažné síly už má zásadní vliv na změně zatížení dvojkolí.“ Přitom z grafů 2, 3 a 4 nelze od pohledu jasně určit, který z parametrů má největší vliv, zvláště když graf 3 má zcela nevhodně zvolené měřítko svislé osy. Na s. 39 autor píše: „Při stejných hodnotách, jako jsou na lokomotivě, mají největší vliv výška bodu přenosu tažné síly a rozvor podvozku. Nicméně budeme-li tyto hodnoty měnit, [...]“ – jak lze rozhodnout, který parametr má největší vliv, pakliže se neuvažuje žádná jeho změna? Bylo by to možné vyjádřením derivací daného vztahu podle jednotlivých parametrů – to však v práci obsaženo není.

K připomínkám z předcházejícího posudku:

- Ohledně vstupních údajů v tabulce 1: zde student reagoval na připomínky v posudku a s využitím rad, které jsem zaslal v e-mailové komunikaci, opravil hodnoty – nyní jsou dle mých poznatků správné či alespoň realisticky odhadnuté. Označení vozidel bylo zpřehledněno, fyzikální jednotky byly doplněny.
 - V přílohách je ještě počítáno přitížení a odlehčení v procentech statického kolového zatížení, jehož hodnota je uvedena jen u sloupcových grafů v přílohách, v tabulce chybí. U lokomotiv ř. 709 (příloha 5) a Maxima (příloha 9) jsou hodnoty zjevně chybné, možná i u jiných vozidel by data zasloužila kontrolu.
- Ohledně rozsahu hodnot parametrů pro citlivostní analýzu: student reagoval na připomínky v posudku, rozsahy jsou rozumné a nesmysly jako úvaha o rozvoru lokomotivního podvozku 1 m jsou odstraněny.
- Ohledně chyby vycházející z nesprávného dosazení síly T : student reagoval na připomínky v posudku, tažná síla je nyní dosazována správně.

Správnost výsledků je stále obtížné posoudit pro nejasnost jejich prezentace v přílohách. Např. v příloze 3 se popisky ve sloupcovém grafu pod nákresem (10 %, 2 %, –2 %, –10 %) jeví jako nepoměrné k výšce sloupců; v příloze 4 je dokonce u sloupců o zjevně nenulové výši uveden popisek 0 % – není tedy jasné, k čemu se tyto procentní podíly vztahují.

Sloupcový graf v příloze 2 ukazuje neočekávaný jev, kde největšího odlehčení je dosaženo na druhém, nikoli prvním dvojkolí; podle popisků v procentech je ovšem nejvíce odlehčeno první dvojkolí. Grafy vlivu parametrů p , B , E na změny kolových sil mají různá měřítká svislé osy a těžko se z nich získává nějaká informace.

V příloze 3 jsou grafy mezi sebou ve zjevném nesouladu: v závislostech ΔA_i na míře p nabývá velikost síly hodnot jednotek, možná nízkých desítek kilonewtonů, avšak v grafech závislostí na mírách B a E je to v absolutní hodnotě 70–90 kN. Některé další přílohy trpí podobným nedostatkem.

U třínapravových lokomotiv v příloze 8 a 10 je neočekávaný charakter rozdělení svislých sil v rámci podvozků – jak mohou být v podvozku s tuhým rámem obě krajní dvojkolí vůči střednímu současně přitížena nebo současně odlehčena? U lokomotivy v příloze 9 ve sloupcovém grafu zcela chybí přitížení/odlehčení ΔA_s .

V závěru (s. 50) student upravil číselný údaj poměrného odlehčení dvojkolí u lokomotivy ř. 151 z 55 % na 12 %, ale zbytek věty (tvrzení o tom, že tato lokomotiva vykazuje ze všech největší odlehčení), už neupravil – přitom podle příloh mají některé lokomotivy odlehčení větší.

Jeví se mi, že student ani v podruhé přepracované bakalářské práci nebyl schopen správně uvést výsledky výpočtů, které jsou pro splnění úkolů práce podstatné a které přitom nejsou příliš náročné.

Formální náležitosti a jazyková úroveň

Požadavky na celkové formální náležitosti bakalářské práce jsou splněny – součásti požadované směrnici UPCE jsou zahrnuty, oddíly a rovnice jsou číslovány, obrázky mají popisky, seznam literatury je zařazen a využit, vyčlenění materiálu do příloh je vhodné.

Formální nedostatky, které nemá smysl zde jednotlivě vyjmenovávat, vesměs přetrvávají. Student opravil grafický nedostatek, který jsem v posudku konkrétně uvedl jako příklad (podtržení kontroly pravopisu

v obrázcích), avšak nezdá se mi, že by věnoval pozornost celkovému vylepšení dokumentu z formálního hlediska. Překlepy, typografické a jazykové chyby jsou časté, vyskytují se špatně srozumitelné větné konstrukce, což je na překážku efektivního sdělení informací.

Shrnutí

S odkazem na jednotlivé body v pokynech pro posouzení bakalářské práce vedoucím shrnuji posudek takto:

1. **Přístup k zadanému úkolu a metody řešení:** Student se řídí zadáním práce, zabývá se všemi jeho body, avšak v některých případech s nedostatečnou pečlivostí a důsledností. Zvolené metody a nástroje (výpočetní modely, způsoby vizualizace) jsou v zásadě vhodně zvoleny, ale úroveň provedení zaostává.
2. **Dosažené výsledky, jejich správnost a možnost využití:** Výsledky práce vycházejí převážně ze správných výpočetních postupů, které však v některých případech nejsou správně aplikovány. Ve výsledcích jsou nedostatky, u nichž nedokážu určit, zda pramení z podstatné chyby ve výpočtu, nebo z chyby v prezentaci a vykreslení. Výsledky nicméně pro jejich chyby nelze využít.
3. **Shoda s normami, zákonnými ustanoveními a předpisy:** Toto kritérium není pro obsah dané práce relevantní.
4. **Formální náležitosti práce:** Práce obsahuje všechny části požadované směrnicí UPCE pro tento druh práce, ale je zatížena rušivými nedostatky vyjadřování a formální úpravy. V odd. 2.5 mám podezření na přímé využití cizího textu, které dle mého názoru není náležitě vyznačeno.
5. **Vhodnost pro autorské osvědčení:** Práce neobsahuje originální řešení vhodné pro autorské osvědčení či patent.

Student v přepracované bakalářské práci reagoval na většinu připomínek z posudků na předcházející verzi. Některé zásadní nedostatky byly odstraněny (např. chybné dosazování tažné síly vedoucí k nereálným výsledkům, nelogický výklad týkající se otočného čepu), jinde však úprava ve výsledku nebyla ku prospěchu. Student provedl dílčí vylepšení v bodech, které byly v posudcích jednotlivě vytčeny; tyto jednotlivosti si však nevzal jako příklad k rozsáhlejší úpravám, jež by vylepšily celkovou úroveň práce. V úpravách rozsáhlejších matematických výrazů nebo vykreslování většího množství grafů se student může dopustit chyby, ale měl by být schopen výsledky posoudit, chybu rozeznat a opravit. Tento myšlenkový postup v aktuálně předložené práci stále postrádám.

Na základě výše uvedeného posouzení hodnotím bakalářskou práci p. Adama Kubíka stupněm E (3,0).

Za podmínku úspěšné obhajoby však považuji, aby veškeré výpočetní chyby byly ve výstupech prezentovaných při obhajobě opraveny.

Dále žádám studenta, aby se při obhajobě vypořádal s následujícími připomínkami a dotazy:

- Vysvětlíte, jaký je zdroj neočekávaného rozložení svislých sil podle sloupcových grafů v přílohách 8 a 10 – je to dáno nějakou zvláštní vlastností v konstrukci lokomotivy, nebo se jedná o chybu (a v tom případě, jak je to správně)?
- Zkontrolujte správnost hodnot statických zatížení dvojkolí jednotlivých vozidel (A_0), přepočítejte změny zatížení v poměrném vyjádření a uveďte jednoznačný závěr o tom, které z vyšetřovaných vozidel vykazuje maximální odlehčení prvního dvojkolí.
- Jsou v odd. 2.5 některé bloky textu přímo opsány z literatury [2]?

V Pardubicích dne 11. listopadu 2024

doc. Ing. Petr Voltr, Ph.D.