

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	LEHKÝ UŽITKOVÝ ELEKTROMOBIL S PRODLUŽOVAČEM DOJEZDU
Jméno autora:	Bc. Martin Suchý
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	ÚSTAV AUTOMOBILŮ, SPALOVACÍCH MOTORŮ A KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Oponent práce:	prof. Ing. Jaroslav Novák, CSc.
Pracoviště oponenta práce:	ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ A ŘÍDICÍ TECHNIKY

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
V případě předmětné diplomové práce se jedná o komplexní a poměrně široce pojaté zadání, které zahrnuje část experimentální, návrhovou a výpočetní.	

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>	
Předložená diplomová práce splňuje zadání beze zbytku. I přestože zadání předpokládá vyřešení poměrně širokého okruhu problémů z oblastí strojního inženýrství, dopravních technologií a elektrotechniky, zpracoval diplomant zadanou problematiku poměrně detailně, ve vzájemných souvislostech a v dobré kvalitě.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Diplomant řešil jednotlivé etapy práce v logické návaznosti, se zohledněním úzkých souvislostí. Po zpracování úvodní a rešeršní části provedl rozbor provozu vozidel České pošty v depu Rudná, kategorizoval jednotlivé trasy provozu a na typických kategoriích tras provedl poměrně rozsáhlá měření na v současnosti provozovaných vozidlech, kde získal vstupní data pro analýzu energetické náročnosti provozu. Energetickou náročnost vyšetřoval na úrovni kol vozidla. Pro zjištění energetické náročnosti byla klíčová měření průběhů rychlosti. Tu diplomant vyhodnocoval dvěma způsoby (GPS a interní sběrnicí vozidla). Rychlostní data podrobil diplomant dalšímu zpracování, zejména filtraci, tak, aby byla data dobře využitelná v následujících energetických výpočtech. Energetickou náročnost diplomant určoval na základě dat rychlosti získané měření, na základě informací o trasách a výškovém profilu a na základě teoretických výpočtů zahrnujících zejména odpory z valení, vzduchu a ze zrychlení. Energetická analýza jízdy je doplněna citlivostní analýzou postihující vliv jednotlivých jízdních odporů na energetickou bilanci. Poměrně rozsáhle se diplomant věnoval i určování součinitele rotačních hmot se zohledněním aktuálního převodového poměru řaditelné převodovky. Těžištěm práce je návrh dvou variant elektrického vozidla pro pokrytí potřeb analyzované rozvázkové služby – čistě elektrické vozidlo a elektrické vozidlo s prodlužovačem dojezdu realizovaným spalovacím motorem. V další práci student analyzoval pomocí výpočetního programu jízdy vozidla s prodlužovačem dojezdu v několika variantách. Hlavními výstupy této etapy jsou základní požadavky na dimenzování hlavních komponent trakčního systému ve vazbě na parametry provozovaných tras. Výsledky návrhů elektrického vozidla a vozidla s prodlužovačem dojezdu jsou dány do kontextu s vozy, které jsou v současnosti dostupné na trhu. V závěrečné části se pak diplomant věnuje rozboru a návrhu nabíjecí infrastruktury, která by byla v depu provozujícím navržené vozidlo ve větším počtu kusů potřebná. Zvolený postup řešení je v kontextu zadání práce odpovídající.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Po odborné stránce je práce zpracována odpovídajícím způsobem. Diplomant musel využít poměrně široké spektrum	

postupů a metod i vzhledem k interdisciplinárnímu charakteru práce. Konkrétně se jedná o měřicí a diagnostické metody, zpracování velkého množství naměřených dat, návrh a aplikace postupů při tvorbě koncepce vozidel a dimenzování klíčových komponent trakční soustavy a v neposlední řadě simulační výpočty s programovým vybavením, které diplomant sám navrhl a implementoval. V návrhové části je vhodně zpracována i citlivostní analýza vyšetřující vliv vybraných jízdních odporů na výsledky energetických výpočtů. Navržené režimy provozu i simulační výpočty jízdy vozidla s prodlužovačem dojezdu vhodně preferují využití elektrické energie při jízdě a síťové nabíjení baterie. Níže jsou uvedeny některé body zpracovávané problematiky, které by bylo možno ještě diskutovat.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Po formální stránce je práce zpracována velmi pečlivě a přehledně, má logickou stavbu. Problematiky je zpracována srozumitelně, grafická část a tabulky mají velmi dobrou kvalitu. Po stránce gramatiky jsem v práci nezaznamenal žádné nedostatky, překlepy se v práci nevyskytují.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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

Seznam literatury uvedený v závěru práce zahrnuje 103 položek. Jedná se o široké spektrum zdrojů z oblasti strojího inženýrství, elektrotechniky, elektromobility, podklady k výuce a firemní materiály. Diplomant se na použité zdroje odkazuje na řadě míst v práci, je však vždy dobře znatelná hranice mezi informacemi získanými z podkladů a vlastním tvůrčím přínosem diplomanta. V práci se téměř nevyskytují kopírované nebo skenované obrázky, v případě, že se takový obrázek vyskytne, je zde uveden jednoznačně odkaz na zdroj. Z práce je zřejmé, že diplomant pracoval s literaturou účelně a přiměřeně.

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.

Za hlavní přínosy práce považuji zpracování podrobné energetické analýzy současného provozního modelu rozvážkové služby České pošty v depu Rudná. Dalšími významnými přínosy jsou specifikace čistě elektrické varianty vozidla a varianty elektrického vozidla s prodlužovačem dojezdu pro využití v současném provozním modelu.

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.

Téma práce je velmi komplexní a student se v mezích možností a v rámci zadání pokusil zpracovat maximum problematiky. K práci mám následující dotazy a poznámky, jejichž smyslem však není kritika průběhu a výsledků práce, ale především podchycení dalších souvislostí a směřování budoucích aktivit ve sledované oblasti.

- 1. Na str. 44 se uvádí, že při rozboru měřících jízd nebyly uvažovány intervaly stání vozidla. Při výpočtech elektrických vozidel byly uvažovány pomocné spotřeby. Byly tyto pomocné spotřeby uvažovány i se zahrnutím časových intervalů stání vozidel?*
- 2. Při vyčíslování poměrné spotřeby v kWh/km v tabulkách 18, 22 a 26 a v souvisejících textech došlo k chybě, poměrná spotřeba je 100x nižší, než udává diplomant.*
- 3. Zjišťoval jste relaci mezi vypočtenými energetickými spotřebami při jednotlivých měřících jízdách a spotřebou pohonných hmot při těchto jízdách?*

4. *V tab. 33 a 37, kde jsou uvedeny průměrné účinnosti komponent trakční soustavy, které jsou dále uvažovány ve výpočtech, se uvažuje průměrná účinnost elektromotoru 90%. To je poměrně vysoká hodnota vzhledem k tomu, že v etapě jízdy s doručováním je velká četnost zastavování a rozjezdů. Při nižších otáčkách účinnost motoru výrazně klesá. To není spojeno s typem motoru, ale s jeho obecnými vlastnostmi, zejména s existencí ztrát naprázdno. Má-li se pracovat s průměrnou účinností elektromotoru, doporučoval bych tuto hodnotu snížit na cca. 80%.*
5. *Na str. 99 se několikrát vyskytuje termín „bilancování baterie“. Správný termín je „balancování“.*
6. *Na str. 100 je uvedeno určení kapacity baterie čistě elektrického vozidla, kde se pracuje s absolutní kapacitou nové baterie a jejími částmi. Exaktnější by bylo pracovat s kapacitou aktuální, kdy by potřebné dimenzování baterie vycházelo o cca. 4 kWh nižší, než uvádí autor. Na celkových závěrech to však nic nemění.*
7. *O jaký typ článků se jedná v případě dvou specifikovaných variant (elektrické vozidlo/vozidlo s prodlužovačem dojezdu).*
8. *Na obr. 47 a v tab. 37 je uvedeno použití oddělovacího stejnosměrného měniče. Jaký je smysl jeho použití? Je jeho použití vždy nezbytné?*
9. *Bylo by na zvážení rozšíření hysterezního pásma při nabíjení akumulátorové baterie pomocí spalovacího motoru oproti uvažované hodnotě 5% kapacity baterie. Toto nastavení může vést k nepřiměřené četnosti startů a zastavování spalovacího motoru, např. obr. 51.*
10. *Při návrhu akumulátoru považuji za nutné provést kontrolu výkonového nebo proudového zatížení při vybíjení a nabíjení včetně rekuperačního brzdění. Toto může být kritické zejména u varianty s menší kapacitou – vozidlo s prodlužovačem dojezdu.*
11. *V závěru práce je uvedeno, že by bylo dále nutné provést ekonomickou analýzu. Předpokládaná filozofie řešení elektrického vozidla vychází z představy organizace rozvážky podle stávajícího dopravního modelu, pokud možno s jedním typem vozidla. Stávající organizace rozvážky je však koncipovaná zcela s ohledem na vlastnosti vozidel se spalovacími motory a přechod na elektrickou trakci pouze výměnou vozidla „kus za kus“ nemusí být příliš efektivní. Pokuste se o specifikaci některých systémových změn organizace rozvážky tak, aby byly maximalizovány výhody elektrické trakce a aby byly dány předpoklady k celkovému zefektivnění doručovatelských služeb oproti současnému stavu.*

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

Práci doporučuji k obhájbě.

Datum: 28.7.2020

Podpis: