

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Energetická náročnost elektropohonu off-road jízdního kola
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Petr Jehlička
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	U12120
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jan Kalivoda, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT FS, U12120

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Po teoretické stránce není zadání diplomové práce nijak mimořádně náročné. Avšak pro splnění zadání bylo třeba experimentálně zjistit řadu veličin. Vzhledem k unikátnímu dopravnímu prostředku některým limitům v technickém vybavení, finančních a časových zdrojích, bylo pro splnění cílů diplomové práce třeba navrhnout metodiku těchto experimentů, následně experimenty provést a jejich výsledky využít k řešení cíle diplomové práce.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
Diplomant se dlouhodobě a cílevědomě věnuje vývoji jednostopého dopravního prostředku, který je na pomezí elektrokola a elektromotocyklu. Vzhledem k výkonu a způsobu asistence elektropohonem tento dopravní prostředek legislativně už nepatří do kategorie elektrokol. Zjednodušeně ho lze popsat jako lehký terénní elektromotocykl s pedály. Aktuálně se jedná o velmi omezený segment elektromobility a ve světě lze nalézt pouze několik obdobných produktů. Z práce vyplývá, že diplomant pracoval na vývoji tohoto elektrokola sám, s minimálním počtem spolupracovníků a vývoj se mu po několika prototypch podařilo dovést do stadia zdařilého funkčního vzorku. Tím práce výrazně překračuje rámec zadání i rozsah běžné diplomové práce. Popisu elektrokola a jeho vývoji je věnována značná část diplomové práce, avšak vlastním cílem práce je stanovit metodiku výpočtu dojezdu elektrokola v závislosti na terénu a dalších parametrech a výsledky porovnat s experimentálně zjištěnými daty. Zadání diplomové práce je splněno.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Součinitele odporu vzduchu a odporu valení byly zjištěny experimentálně dvěma způsoby: provedením dojezdové zkoušky a měřením spotřeby energie při jízdě ustálenou rychlostí. Součinitel rotačních hmot byl určen výpočtem a rovněž experimentálně pomocí tzv. Suskeho zkoušky. Metodika experimentů vycházela z technických a časových možností diplomanta. Účinnost elektromotoru byla stanovena na základě podkladů výrobce, účinnost ostatních komponent pohonného systému (baterie, mechanické části, ...) byla zanedbána. Na základě experimentálně zjištěných součinitelů, dalších známých vstupních parametrů (hmotnost jezdce, kola, dynamický poloměr pneumatik) a parametrů trati (povrch, sklon) byla vypočtena spotřeba energie potřebná ke zdolání této trasy. Výsledky byly porovnány s naměřenými údaji. Dále byl posouzen vliv některých parametrů (hmotnost, čelní plocha jezdce, teplota vzduchu) na celkovou spotřebu energie. Celkově považuji zvolený postup za správný. V práci je konstatován poměrně značný rozptyl některých vstupních údajů (např. vypočtená a změřená hodnota součinitele rotujících hmot) i výsledných hodnot (změřená a vypočtená hodnota celkové spotřeby energie na testovacím okruhu), ale postrádám kritický rozbor těchto rozdílů, analýzu příčin a konkrétní návrhy ke zpřesnění. Zahrnutí těchto odchylek do jednoho více jak třicetiprocentního korekčního součinitele nepovažuji za vhodné řešení.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
-----------------------	------------------------

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

Po teoretické stránce postačuje k naplnění cílů práce několik základních vztahů z trakční mechaniky. Náročnost práce spočívá zejména v nutnosti aplikace znalostí na ne zcela standardní dopravní prostředek, stanovení metodiky experimentů v závislosti na cíli práce a dostupnosti potřebného vybavení, provedení experimentů, vyhodnocení výsledků a jejich využití při tvorbě programu pro výpočet dojezdu elektro kola.

### Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**C - dobře**

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

Textově je práce zpracována poměrně komplikovaně, často je upozorňováno na obsah následujících kapitol a v nich se zase zpětně odkazuje na předchozí kapitoly, revidují se některé dříve učiněné závěry, či vypočtené hodnoty (např. zpětná úprava koeficientů odporů valení na základě měření odporu vzduchu na str. 66). To podstatně znesnadňuje celkovou orientaci v práci. Poměrně často se také v práci vyskytují různé slangové či neodborné výrazy. V práci není jednoznačně popsáno označení všech veličin. Např. na obr. 32 jsou naznačeny síly  $zFx$  a  $pFx$ , které hrají důležitou roli v následných výpočetních vztazích. Jejich popis není ani v textu práce, ani v seznamu veličin na konci práce. Pokud jde o rozsah, přesahuje práce běžné diplomové práce. To se týká nejen textu, ale zejména množství fakticky vykonané práce.

### 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.*

Práce využívá řadu referencí a korektně na ně odkazuje. Pro průměrně technicky zdatného čtenáře nepovažuji za nutné odkazovat na základní, obecně platné, definice na Wikipedii a další elektronické zdroje a přejímat odtud množství obrázků (např. kapitola 5.2.4 Odpor vzduchu).

### 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.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

### 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.*

**Autor prokázal svou schopnost aplikovat vědomosti nabyté studiem na konkrétní technický úkol a ten dotáhnout do konce, tj. postupné realizace několika funkčních vzorků. Software pro výpočet dojezdové vzdálenosti elektrokola, který v rámci diplomové práce vznikl, má jistě řadu nedostatků a jeho praktická použitelnost je v této podobě omezená. Avšak v rámci řešení diplomové práce prokázal její autor nabytí řady cenných praktických zkušeností a dovedností z oblasti experimentálního měření, zpracování a vyhodnocení měřených dat a jejich aplikace. S jejich využitím lze software jistě doladit tak, aby se dosáhlo větší shody naměřených a vypočtených dat než současných 68%.**

K práci mám následující otázky:

Vztahy 28 až 31 na str. 72 – 73 jsou poměrně komplikované, ve jmenovateli se v nich vyskytuje hodnota zrychlení. Proč byly použity vztahy pro výpočet energie spotřebované na překonání odporů valení, stoupání a vzduchu v této formě? Jaká bude podle těchto vztahů spotřebovaná energie v případě jízdy konstantní rychlostí tj. pro  $a = 0$ ?

V práci je zohledněna účinnost elektromotoru na otáčkách. Při jakém zatížení byla tato účinnost zjišťována? Je účinnost elektromotoru závislá i na ztížení?

Lze pomocí programu predikovat dojezd elektrokola na předem neprojeté trase? Tj. trase, kterou si pouze nadefinuji v programu Google Earth? Pokud ano, jak je v energetické spotřebě zohledněna rychlost jízdy a jak zjistím typy povrchů?

Vypočtené hodnoty spotřebované energie jsou přibližně o 1/3 vyšší a to i přes to, že ve výpočtech nebyla zohledněna účinnost některých mechanických a elektrických komponent. Pokud bychom tyto účinnosti uvažovali, bude rozdíl výpočtu a experimentu ještě vyšší. V čem vidíte hlavní příčinu rozdílných výsledků výpočtů a měření?

Vzhledem k tomu jaké parametry výpočet zohledňuje, není definování trati v Google Earth zbytečná komplikace, která nepřináší zpřesnění výsledků? Nestačilo by zadat pouze procentuální zastoupení povrchů a rozdíl počáteční a koncové nadmořské výšky?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře.**

Datum: 29.1.2018

Podpis: