

Posudek diplomové práce

Autor diplomové práce: **Bc. Tomáš Hojný**
Téma diplomové práce: **Optimalizace pohonu hybridního vozidla pomocí simulačních výpočtů**
Autor posudku: **Ing. Jan Sajdl, Ph.D.**

Hlavními cíli diplomové práce bylo popsat problematiku hybridních vozidel, podrobně nastudovat možnosti softwaru GT-SUITE, popsat tvorbu simulačního modelu, porovnat výsledky simulací při různých cyklech a pro různé koncepce hybridního pohonu. Na základě výsledků simulace provést optimalizaci.

Předložená diplomová práce je zpracována přehledně s logickým členěním a jasnou návazností jednotlivých kapitol. Autor se v textu bohužel nevyvaroval gramatických chyb a občas i nedokončených vět. Předložená práce působí dojmem, že si ji autor po sobě ani nepřečetl, např.:

- nedokončené nebo nesrozumitelné věty (str. 11 „Lze konstatovat, že celková elektromobilů a vozidel bez stupně hybridizace je srovnatelná. U spalovacího motoru se jedná o velký dojezd závislejší na velikosti palivové nádrže, točivý moment ve středních a vysokých otáčkách motoru a možnost jet vysokou rychlostí.“; str. 19 „Spalovací motor dokáže v případě potřeby vysokého výkonu.“; str. 29 „Předtím, než bude zahájen, se ještě objeví varovné okno poukazující na velký rozsah výpočtu.“)
- požití neodborné terminologie (str. 49 „Závislost výstupní otáčivého momentu na otáčkách pro oblast kladných a záporných zatížení“; str. 53 „Samotné měření se provádí ve zkušebnách na brzdě, takže se může měřit vždy bez ohledu na počasí.“)

V úvodní části diplomové práce autor uvádí stručný popis problematiky hybridních vozidel a rozbor jejich dělení podle uspořádání a podle stupně hybridizace. Členění je přehledné a přiměřeně stručné. V této úvodní části práce však postrádám nástin výhledu hybridních technologií do budoucna, který je požadován v zadání. Rovněž bych ocenil něco nad rámec obecně publikovaných textů a prací na toto téma.

Ve třetí kapitole autor na jedné stránce velmi krátce představuje použitý software GT Suite. Stručnost je zde nejspíš potřebná kvůli celkové délce práce. Otázkou je, zda by nebylo vhodné uvést pár odkazů na práce popisující tento software, aby si čtenář mohl udělat lepší představu o tom, jak software funguje a jakých principů využívá.

Čtvrtá kapitola se již zabývá tvorbou simulačního modelu. Pro simulace byl zvolen motor Škody Rapid 1.6 MPI. Domnívám se, že tento motor nebyl určen přímo zadáním. Sám autor neuvádí žádné důvody pro volbu právě tohoto motoru. Naopak se v dalším textu dozvídáme, že tento motor v hybridních provedeních reálně neexistuje, následkem čehož nelze simulace srovnávat s fyzickou předlohou. Proč tedy nebyl pro simulace zvolen např. motor 1.4 TSI, který existuje v několika hybridních variantách a různých automobilech? Rovněž je zde otázka dostupnosti detailních technických informací, které jsou pro simulace tohoto druhu

tolik potřebné, a které mohou mít podstatný vliv na výsledek. Jako negativum vnímám také fakt, že z přečteného textu není zcela zřejmé, které hodnoty se podařilo získat a které musely zůstat v režimu default (přednastavené programem). Ani není jasné, zda proběhla komunikace autora práce s výrobcem vozidla ve snaze tato neveřejná data získat. Právě takovýto přístup k řešení problémů se cení jako přínos, i když může končit nezdarem.

Na následujících stránkách autor popisuje tvorbu simulačního modelu a vkládání zmiňovaných vstupních informací pro simulační výpočet. Výsledkem jeho snahy je několik výpočetních modelů: základní model vozidla, micro hybridní model vozidla a model sériového hybridního vozidla.

V šesté kapitole této práce se autor věnuje spuštění jednotlivých simulací. Bohužel je zde uvedena celá řada formulací, které se dají chápat ve smyslu: Simulace je v pořádku jelikož na základě otáček motoru se mění rychlost vozidla. Zdá se, že toto autorovi stačí, aby výpočet prohlásil za validní. Toto však nelze v žádném případě považovat za verifikaci výpočtového modelu, ale maximálně za důkaz toho, že výpočtový model dostal všechna potřebná data a něco počítá. Otázka by měla znít, co vlastně? A jsou tato vypočítaná data správná? Jak výpočet reaguje na změny parametrů atd. Bohužel takovýto rozbor v práci uveden není. Lze tedy pouze konstatovat, že výpočtový model počítá a hodnoty se řádově shodují s reálem.

V podkapitole 6.3.1 se autor zabývá optimalizací parametrů. Jako první optimalizovaný parametr byla zvolena *hodnota nabití baterie*, při které řídicí jednotka uvede do chodu spalovací motor a generátor. Bez nějakého širšího pojednání, ve kterém by autor zdůvodnil svůj předpoklad, proč tato hodnota ovlivňuje celkovou spotřebu vozidla, si ji autor zvolil k optimalizaci. Optimalizaci následně uzavírá konstatováním, že „*vliv nabití baterie nemá na zkoumané parametry velký vliv*“, str. 60. Podle autora je především třeba zvážit, vzhledem k omezenému počtu nabíjecích cyklů každé baterie, kdy už je nutno baterii začít nabíjet. Stejným optimalizačním parametrem se ve své práci zabýval pan Hylmar uvedený v zadání v seznamu doporučené literatury a ze které autor této práce evidentně čerpal.

Druhým optimalizovaným parametrem jsou otáčky spalovacího motoru takové, při kterých by vozidlo mělo dostatek energie a zároveň byl stav nabití akumulátor stejný na začátku i na konci testovacího cyklu. Z logiky věci, když automobil neví, co ho čeká, těžko si může naplánovat dobíjení tak, aby skončil se stejnou hodnotou nabití akumulátoru jako na začátku cyklu. To platí i v reálu. Autor tedy musel dodatečně korigovat naměřené hodnoty. Konečným výsledkem této simulace jsou grafy ze strany 62, které určují jako ideální oblast otáček motoru rozmezí 2 000 – 3 000 ot/min. Když uvážíme celkovou charakteristiku motoru uvedenou na straně 34, ze které je patrné, že právě tato oblast otáček motoru má nejnižší měrnou spotřebu, dal se takový výsledek u sériového hybridu předpokládat i bez simulace. Pokud přece nebude hybridní soustava v energetickém nedostatku, není důvod tuto optimální oblast opouštět. Ostatně v tom spočívá největší výhoda hybridních pohonů. Jak sám autor správně uvádí už na straně 15: „*spalovací motor je nastaven tak, aby stále pracoval v optimálních otáčkách.*“

Opět s ohledem na loňskou práci pana Hylmara, moc dobře nechápu smysl a autorův přínos těchto optimalizací.

Sedmá kapitola obsahuje porovnání výsledků simulací. V druhém odstavci na straně 69 uvádí autor větu, které příliš nerozumím: „*Porovnání micro hybridů při jízdním cyklu NEDC a WLTP opět vyšlo lépe pro cyklus NEDC.*“ Co v tomto kontextu znamená lépe? Lépe znamená test je reálnější, nebo lépe = nižší spotřeba. Ostatně takovýchto nepřesných vyjádření je v celé jeho práci celkem dost.

V závěru sedmé kapitoly autor krátce polemizuje o smysluplnosti elektromobilů v širších souvislostech, tzn. reálná nezávadnost výroby baterií a především výroby „čisté“ elektrické energie. S tímto názorem plně souhlasím, a jsem rád, že to v práci zmínil. Opět bych ale ocenil nějaké vlastní nebo získané podklady pro toto tvrzení.

Je velmi těžké hledat měřítko pro hodnocení předložené práce, jelikož neznám všechny potřebné okolnosti ohledně tvorby předložené práce. Faktem však zůstává, že autor měl k dispozici loňskou práci svého kolegy pana Hylmara, která se zadáním liší pouze minimálně. Dle mého soudu tato práce nikterak nenavazuje, nerozšiřuje ani neobohacuje práci předešlou. Z mého pohledu dokonce zdaleka nedosahuje kvalit její starší předlohy a to ani zpracováním nebo obsahově.

Každá diplomová práce má být pomyslnou vizitkou budoucího inženýra, potažmo jeho školy. V širším srovnání s jinými diplomovými pracemi mám o obhajitelnosti této práce jisté pochybnosti. Vzhledem k výkonu jiných studentů nemohu hodnotit lépe než

3

V Mladé Boleslavi 3. 6. 2016

Ing. Jan Sajdl, Ph.D.



Pro obhajobu diplomové práce pokládám tyto otázky:

1. Proč byl zvolen pro simulaci tento motor, když sám autor uvádí, že neexistuje v hybridních variantách a tudíž nebylo možné simulované výsledky verifikovat a reálem??
2. Proč autor zvolil zmiňované dva optimalizační parametry, které jsou dle mého názoru předvídatelné, a jejichž optimalizační hodnota je přinejmenším diskutabilní? Např. tabulka 12 na straně 70 naznačuje velmi zajímavou závislost mezi spotřebou a hmotností automobilu. Vzhledem k existenci protichůdných požadavků co nejvyššího dojezdu a co nejnižší hmotnosti, by toto mohl být zajímavý parametr pro optimalizaci.