

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Analyza tepelně izolačních vlastností karoserie elektromobilu</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Vojtěch Langmajer</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav techniky prostředí (Ú12116)
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Vojtěch Zavřel, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav techniky prostředí, FS ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
Zadání bakalářské práce řeší velice aktuální téma snížení tepelných zisků a ztrát v interiéru elektromobilu, které by v konečném důsledku vedlo ke zvýšení dojezdu tohoto typu vozů. Zadání také zahrnuje analýzu pomocí moderních simulačních nástrojů pro techniku prostředí. Z těch to důvodů lze považovat zadání závěrečné práce za náročnější.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<p>Bakalářská práce si bere za cíl porovnat koncepci karoserie automobilu se spalovacím motorem a elektromotorem se zaměřením na tepelně izolační vlastnosti karoserie. V rámci zadání je nutné identifikovat místa a prvky s největším vlivem na tepelné zisky a ztráty elektromobilu, navrhnout možnou úpravu těchto míst a vyhodnotit tepelné chování vnitřního prostředí elektromobilu stanovením tepelných zisků a ztrát pro různé varianty tepelně-izolačních vlastností karoserie.</p> <p>Teoretická část práce (kapitoly 2 až 5) pojednává o mechanismech přenosu tepla ve vozidlech, dále o koncepci karoserie pro oba typy automobilů a o identifikaci kritických míst a prvků, které nejvíce ovlivňují tepelné ztráty a zisky vozidel. Poslední kapitola porovnává systémy vytápění a chlazení pro oba typy automobilů.</p> <p>Praktická část práce (kapitoly 6-8) se zabývá výběrem vhodného simulačního prostředí pro modelování tepelného chování interiéru vozidla, vývojem energetického modelu, a dále jsou popsány a vyhodnoceny simulace pro různé varianty tepelně izolačních vlastností vozidla.</p> <p>Tato práce splňuje zadání.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<p>Student začal teoretickým rozbohem vlivů působících na tepelné chování interiéru vozidla resp. tepelné zisky a ztráty. V této části oponent vytýká, že zde není diskutován typický rozsah vnitřních teplot pro zajištění tepelné pohody cestujících. Volba vnitřní teploty je jistě faktor ovlivňující tepelné zisky a ztráty. Doporučený rozsah vnitřních teplot je uveden až v praktické části. Rozsah však není podle názoru oponenta uveden přesně.</p> <p>Dále byla provedena literární rešerše týkající se tepelně-izolačních vlastností karoserie vozidla. V tomto teoretickém rozboru student analyzuje typické materiály karoserie a jejich tepelné vlastnosti a také vhodně využívá porovnání koncepce karoserie elektromobilu a klasického automobilu, což napomáhá k lepšímu pochopení problematiky.</p> <p>V závěru teoretického rozboru jsou uvedeny systémy pro chlazení a vytápění vozidla. Tato část je zaměřena výhradně na koncepci těchto systémů. Avšak oponent by očekával také uvedení typických energetických účinností systémů chlazení a vytápění a typického podílu energetické spotřeby těchto systémů v kontextu celkového provozu automobilu. S těmito údaji by bylo možné si utvořit lepší představu o energetické náročnosti těchto systémů a později také lépe analyzovat simulované výsledky v kontextu celkového provozu vozidla. Kromě toho jsou v této části uvedeny systémy např. vyhřívání oken, které podle názoru oponenta nemají primárně zajišťovat tepelnou pohodu cestujících, ale zamezit kondenzaci na povrchu konstrukce, a tak zajistit kvalitní výhled z vozu. Zařazení těchto systémů do přehledu systému pro vytápění a chlazení je diskutabilní.</p>	

Praktická práce začíná rešerší existujících simulačních prostředí pro tepelné chování vozidel. V této části jsou uvedeny čtyři programy, avšak pouze dva z uvedených programů měl možnost student vyzkoušet. Ostatní programy nebyly k dispozici z technických důvodů (nedostupnost studentské licence). V tomto případě by měl být student opatrnější v tvrzení ohledně vhodnosti těchto programů, protože pravděpodobně nevyplývají z praktické zkušenosti studenta. Tuto část by také bylo možné rozšířit o další programy pro energetické simulování budov např. TRNSYS, Energy plus atd.

Dále student popisuje tvorbu samotného modelu, jeho okrajové a provozní podmínky. Oponent velice kladně hodnotí, že student musel při tvorbě modelu překonat řadu komplikací souvisejících s adaptací zvoleného simulačního prostředí určeného primárně pro simulaci budov na případ automobilu. Jako příklad těchto komplikací lze uvést zpracování složité geometrie karoserie nebo úprava dat počasí pro pohybující se automobil.

V závěru praktické části je uvedena parametrická studie pro různé tepelně-izolační vlastnosti karoserie. Celkem bylo simulováno 16 kombinací různých druhů zasklení, izolace karoserie a intenzity větrání pro letní a zimní provozní stav. Tato parametrická studie nabízí dostatečný podklad pro vyhodnocení vlivu tepelně-izolačních vlastností na tepelné ztráty a zisky.

Celkově hodnotím zvolený postup řešení jako správný.

## Odborná úroveň

**B - velmi dobře**

Oponent zvláště oceňuje víceborovost této práce a použití moderních simulačních metod k analýze tepelného chování interiéru vozidla. Student prokázal, že má dobrý přehled v oblasti automobilového inženýrství a techniky prostředí. Student také prokázal schopnost vytvoření výpočetního modelu automobilu v simulačním prostředí IDA-ICE, definování vlastního numerického experimentu a jeho vyhodnocení. Avšak vzhledem k uvedeným motivacím výzkumu t.j. zvýšení dojezdu elektromobilu, oponent očekával, že výsledky budou prezentovány také v podobě elektrického výkonu a nejlépe v kontextu spotřeby celého elektromobilu. Oponent připouští, že výše popsané rozšíření numerického modelu a simulační posouzení o systémy chlazení a vytápění by bylo nad rámec zadání bakalářské práce. Na druhou stranu za nedostatek lze považovat, že tato problematika není řešena alespoň v teoretické části. Z práce tak nelze vyčíst ani přibližně dopad výsledné úspory energie potřebné na vytápění a chlazení na celkový provoz elektromobilu.

Celkově hodnotím odbornou úroveň této práce jako velmi dobrou.

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**D - uspokojivě**

Formální stránka a jazyková úroveň je výrazným nedostatkem jinak zdařilé práce. Bohužel prezentace práce působí poněkud uspěchaně. Struktura dokumentu by mohla být vylepšena. Názvy sekcí by měly být voleny tak, aby lépe popisovaly jejich obsah. V textu se objevují chyby. Popisky u některých obrázků jsou neúplné. Také seznam zkratk není úplný. Podle názoru oponenta některé obrázky (např. 4.5, 4.6) nejsou pro význam práce nezbytné.

Formální a jazyková úroveň je ohodnocena jako uspokojivá.

## Výběr zdrojů, korektnost citací

**C - dobře**

Zdroje jsou v práci ve většině případů náležitě uvedeny. Pouze na straně 28 by oponent doporučil doplnit zdroj uvádějící optimální rozsah teplot pro vnitřní prostředí vozidel.

Vzhledem rozsahu bakalářské práce je tato práce řádně podložena citovanou literaturou.

Výběr zdrojů a korektnost citací jsou ohodnoceny jako dobré.

## Další komentáře a hodnocení

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Oponent u práce kladně hodnotí rozsah a náročnost práce. Student musel prokázat víceoborové znalosti a schopnost samostatně vytvořit numerický model energetického chování vnitřního prostředí elektromobilu. Práce tak demonstruje úspěšnou adaptaci nástrojů simulace budov pro modelování vnitřního prostředí vozidel. Výsledky simulací prokazují značný vliv tepelně-izolačních vlastností karoserie na potřebu tepla na chlazení a vytápění. Z práce však není zcela zřejmé jaký má změna vlastností karoserie dopad na energetickou spotřebu v kontextu celého vozu. Tato informace by byla velice cenná pro případný odhad zvýšení dojezdu elektromobilu, což se uvádí jako hlavní motivace této práce. Bohužel hlavním nedostatkem jinak dobré práce je její formální a jazyková stránka.

Oponenta by zajímala typická účinnost systémů chlazení a vytápění pro elektromobily a odhad spotřebované elektrické energie na základě simulovaných tepelných zisků a ztrát.

Na stránce 28 v bakalářské práci se uvádí:

*„Optimální vnitřní teplota pro většinu materiálů v karosérii automobilu a pasažéry je 20 až 30°C“*

Toto tvrzení se zdá být nepřesné. Dle názoru oponenta by měly být materiály karosérie schopny odolat i většímu rozsahu teplot. Na druhé straně tento rozsah neodpovídá ani doporučeným hodnotám pro zajištění tepelné pohody osob ve vnitřním prostředí. Prosím o vyjasnění tohoto tvrzení s případným odkazem na literaturu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 9.8.2018

Podpis: Vojtěch Zavřel