

Oponentský posudek disertační práce

Oponent:

Prof. Ing. Jarmila Dědková, CSc., UTEE FEKT VUT v Brně, Technická 12, 612 00 Brno
E-mail: dedkova@feec.vutbr.cz

Autor práce: Ing. František Mach

Název práce: Pokročilé metody a algoritmy pro analýzu sdružených úloh v elektromagnetismu.

Předložená práce je zaměřena na stále aktuální problematiku numerického modelování zaměřenou na komplexní analýzu sdružených úloh v elektromagnetismu. Autor navrhl zásady metodiky pro sestavení matematického i numerického modelu a také jeho optimalizaci. Rozvoj této problematiky přináší do oblasti vědy a techniky nové metody a postupy, které mají značný dopad na způsoby návrhu a analýzy technologií, zařízení a jejich komplexních systémů.

Disertační práce má celkem 88 stran, je rozdělena do pěti kapitol, včetně úvodu a závěrečného zhodnocení. V první kapitole autor stručně specifikuje problematiku, jejímž řešením se ve své disertační práci zabývá a zdůvodňuje její význam pro současnou praxi. Jsou zde také vymezeny hlavní cíle disertační práce a naznačen postup jejich splnění. V kapitole 2 je uvedena formulace sdružených úloh, jejich specifika a také možnosti jejich řešení pomocí numerických metod a moderních algoritmů založených na metodě konečných prvků vyšších řádů přesnosti. Ve třetí kapitole autor práce popisuje vybrané algoritmy pro analýzu počítačových modelů a optimalizaci. Ve čtvrté části jsou uvedeny praktické ilustrativní příklady řešených technických problémů a poslední část práce je zaměřena na shrnutí dosažených výsledků a stanovení očekávaných směrů pokračování dané práce.

Námět práce odpovídá oboru disertace a z hlediska současného stavu vědy v oboru Elektrotechnika se jedná o **aktuální problematiku**.

Disertant se aktivně podílí na vývoji numerických metod a speciálně pokročilých algoritmů jako je prostorová a časová adaptivita, které umožňují výrazně snížit výpočetní náročnost řešených úloh současně se zvýšením přesnosti jejich řešení. Pro jejich praktické využití v technické praxi se také věnuje jejich efektivní implementaci do komplexních výpočetních systémů. Původní formulace zásad metodiky vedla k vytvoření sofistikovaných numerických modelů pro detailní analýzu polí. Vyvinuté algoritmy ověřil autor na konkrétních technických aplikacích řešených na pracovišti. Dosažené výsledky mohou být využity pro řešení jiných úloh odpovídajícího charakteru, což lze považovat za významný přínos disertace.

Velmi cenné jsou rovněž zkušenosti, které autor získal při řešení konkrétních technických problémů. Na základě nich vyhodnotil analýzu citlivosti a neurčitosti počítačového modelu jako velmi důležité techniky, které umožňují důslednou analýzu modelu a vedou tak k pochopení základních zákonitostí modelovaného systému. Využití optimalizačních technik pak s sebou přináší novou možnost, jak hledat nové a originální koncepce zařízení.

Z výše uvedeného je zřejmé, že **disertační práce vykazuje původní, přínosné části a byly splněny stanovené cíle**.

Práce je zpracována systematicky, srozumitelně a velmi přehledně, s velice pečlivým grafickým pořádáním. V textu jsem zaznamenala pouze minimum překlepů (některé viz příloha). Disertační práce je na velmi dobré odborné i jazykové úrovni.

Problematika související s disertací byla publikována dostatečně. Uchazeč se od roku 2012 spolupodílel na publikacích v renomovaných zahraničních i tuzemských časopisech. Výsledky práce prezentoval na mezinárodních konferencích nebo na konferencích pořádaných v České republice, jejichž zaměření souvisí s tématem disertační práce. Z doloženého seznamu prací vyplývá, že se jedná o velmi perspektivního vědeckého pracovníka.

Dotazy k disertační práci

Na obr. 35 (str. 60) uvádí autor konstrukci postaveného prototypu triboelektrického separátoru. Je tato konstrukce výsledkem popsané tvarové optimalizace?

Je možné použít metodiku odhadu teplotně závislé charakteristiky měrné tepelné kapacity Fieldova kovu prezentovanou v části iv. 2 pro odhad stejného parametru jiných materiálů bez jakéhokoli omezení?

Závěr:

Posuzovaná disertační práce Ing. Františka Macha i jeho dosavadní vědecká činnost odpovídají obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu Ph.D a **doporučuji** ji obhajobě.

V Brně dne 4. 5. 2015



Prof. Ing. Jarmila Dědková, CSc.
UTEE FEKT VUT v Brně

Příloha: Poznámky k textu:

Na str. 57 předposlední a poslední ř. uveden chybně odkaz na obr. 36 - správně obr. 32.
Konstanta γ , kterou autor uvádí v textu, např. str. 63, 67, má správný název konduktivita (respektive měrná elektrická vodivost).

V rovnici (73) na str. 73 chybí závorky u členu $\gamma (\mathbf{v} \times \text{rot } \mathbf{A})$.

Západočeská univerzita v Plzni

Doručeno: 05.05.2015

ZCU 013324/2015

listy: 6
druh:

přílohy:



zcupese5215b



V Žiline, 12.05.2015

OPONENTSKÝ POSUDOK DIZERTAČNEJ PRÁCE

Autor dizertačnej práce: **Ing. František Mach**

Názov dizertačnej práce: **Pokročilé metódy a algoritmy pro analýzu sdružených úloh v elektromagnetizmu**

Predložená dizertačná práca je zameraná na matematické modelovanie a numerické riešenie združených multifyzikálnych problémov v oblasti elektromagnetizmu. Je členená do piatich kapitol, pričom prvé tri kapitoly sú zamerané na formuláciu problematiky, východísk práce a jej teoretického základu. Štvrtá kapitola dokumentuje tri ilustratívne príklady riešenia praktických problémov, kde autor aplikoval originálne navrhnuté metódy a algoritmy v systéme OptiLab. Dosiahnuté výsledky sú sumarizované v 5. kapitole, kde sú zároveň naznačené aj ďalšie smery pokračovania práce.

Dizertačná práca je z koncepcného hľadiska rozdelená na teoretickú a praktickú časť. Teoretická časť je písaná prehľadne a s dostatočným nadhľadom. Aj problematické časti sú veľmi jasne a zrozumiteľne vysvetlené. Vlastné výsledky autora sú dokumentované v praktickej časti práce. Vysoko oceňujem previazanie a vyváženosť numerického vyšetrovania s experimentálnymi meraniami. V práci sa vyskytujú odkazy na 123 prevažne kvalitných časopiseckých literárnych zdrojov hlavne z ostatného obdobia.

Význam dizertačnej práce pre odbor

Dizertačná práca sa orientuje na vysoko aktuálnu a často diskutovanú problematiku numerického riešenia matematických modelov združených elektromagnetických úloh s ohľadom na spôsoby návrhu a analýzy rôznych zariadení. Je úzko prepojená na aktivity KTE, FEL, ZČU v oblasti vývoja softvéru Agros2D a veľmi významným spôsobom ich rozširuje.

Za vlastný prínos autora možno považovať vývoj komplexného systému OptiLab, ktorý je určený pre pokročilú analýzu matematických modelov. OptiLab je previazaný s aplikáciou Agros2D a umožňuje parametrické analýzy, analýzy citlivosti a neistoty a tiež optimalizáciu pomocou deterministických a heuristických metód. Prínosom je tiež implementácia komplexného systému riešenia značného množstva počítačových modelov s využitím veľkého množstva výpočtových zdrojov.

Efektivita a funkcionálnosť navrhnutých a implementovaných metód a postupov v systéme OptiLab je dokladovaná riešením troch praktických úloh, na ktorých realizácii sa autor podieľal.

Hlavné ciele práce formulované na základe hĺbkovej analýzy súčasného stavu sú v plnom rozsahu naplnené.

Metódy aplikované pri realizácii práce reflektujú aktuálny stav riešenej problematiky na svetovej úrovni a získané výsledky významne rozširujú oblasť poznania v predmetnej oblasti.

Multidisciplinarita a komplexnosť riešenej problematiky vyžaduje hlboké znalosti nielen z elektrotechniky ale aj z matematiky, fyziky, programovania a ďalších vedných oblastí. Autor tým preukázal svoju značnú vedeckú a odbornú erudíciu.

Formálna a jazyková úroveň

Práca je spracovaná veľmi precízne s minimálnym množstvom gramatických chýb. Rovnako je potrebné oceniť vyváženosť obsahu práce, logickú koncepciu a jej grafickú stránku. Z obsahového hľadiska mám dve pripomienky:

- chýbajúce užšie previazanie praktickej časti práce s teoretickými podkladmi;
- bližšie a jednoznačnejšie vymedzenie vlastného príspevku autora hlavne v časti IV „Ilustrativní příklady“.

Publikácie autora

Autor v priebehu štúdia v širokej miere publikoval výsledky svojej práce vo vedeckých časopisoch a prezentoval na vedeckých konferenciách. Rozsah a kvalita značnej publikačnej aktivity autora je deklarovaná jeho výstupmi indexovanými v databázach SCOPUS (28) a Web of Science (15). Je zrejmé, že jadro dizertačnej práce bolo v širokom rozsahu publikované.

Otázky na autora

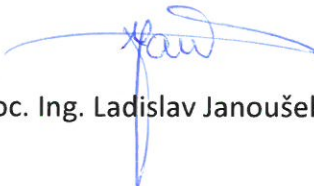
V rámci diskusie prosím autora o odpoveď na nasledujúce otázky:

1. Do akej miery boli v riešených príkladoch (kap. iv) využité konečné prvky vyššieho rádu presnosti, priestorová a časová adaptivita?
2. Mohli by ste stručne charakterizovať význam a výhody vlastnej implementácie genetických algoritmov pre optimalizáciu združených úloh?

Ing. František Mach v plnom rozsahu naplnil stanovené ciele dizertačnej práce. Práca obsahuje pôvodné a veľmi hodnotné vedecké poznatky z oblasti numerickej analýzy matematických modelov združených elektromagnetických úloh. Predložená práca vysoko prevyšuje štandardné nároky na úroveň dizertačných prác a vzhľadom na jej výbornú vedeckú úroveň a tiež na ďalšie hodnotné realizované výstupy a odborné aktivity autora

o d p o r ú č a m,

dizertačnú prácu Ing. Františka Macha k obhajobe.



doc. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.

Posudek oponenta disertační práce

Disertační práce:	Pokročilé metody a algoritmy pro analýzu sdružených úloh v elektromagnetismu
Autor:	Ing. František Mach
Vedoucí práce:	doc. Ing. Pavel Karban, Ph.D.
Oponent práce:	Ing. Ladislav Musil, Ph.D.

Hodnocenou disertační práci považuji z odborného hlediska za přínosnou.

Teoretická část je dobře zpracovaná. Je psaná pro čtenáře s relativně vyššími odbornými znalostmi a autor nezabíhá do zbytečných podrobností. Je rozdělena do tří kapitol. V první kapitole je úvod do problematiky, včetně metodiky a cílů práce. Druhá kapitola se zabývá především možnostmi zefektivnění výpočtů metodou konečných prvků. Třetí kapitola je dedikována pro popis postupů v oblasti citlivostních analýz a optimalizací. V kapitole iii.3 je popsána knihovna OptiLab, kterou autor vytvářel a pomocí které pracoval na úlohách popsanych v druhé části práce.

V druhé části jsou popsány autorem řešené úlohy, které využívají kombinaci optimalizačních technik a metody konečných prvků. U všech úloh oceňuji důraz kladený na validaci výsledků. Jsou celkem popsány tři úlohy: tvarová optimalizace elektrod separátoru plastů, odhad teplotně závislé charakteristiky měrné tepelné kapacity fieldova kovu a tvarová optimalizace pohyblivého jádra elektromagnetického aktuátoru. Popsané úlohy prokazují zvládnutí pokročilých postupů v modelování a optimalizaci technických problémů. Řešené úlohy se zdají mít veliký potenciál pro uplatnění v praxi. V první a třetí úloze je přínosem přímo popsany výsledek optimalizace. U druhé úlohy spatřuji potenciál v použití popsané optimalizace při určování jiných fyzikálních parametrů.

Práce je velice systematická, čtivá, výborná po formální i jazykové stránce. Autor se v textu odkazuje na použitou literaturu, členění do kapitol dobře a přehledně provedeno, grafické zpracování je na vysoké úrovni. Autor velice dobře využívá grafických prvků pro vyznačení důležitých informací a pro členění textu. Vzhledem k celkové přehlednosti práce nevádí, že práce neobsahuje seznam použitých symbolů.

Publikace autora jsou příkladné. Je jenom škoda, že není seznam literatury rozdělen na literaturu, v níž je autor disertace spoluautorem a literaturu ostatní, z které čerpal. Ze seznamu je však vidět, že autor publikoval jak na prestižních konferencích, tak v kvalitních časopisech.

Na práci hodnotím kladně její stručnost a nezabíhání do zbytečných podrobností. Přitom je vidět hloubka a rozsah práce provedené autorem. Kladně hodnotím též velice dobře provedené strukturování presentovaných informací.

Nenašel jsem, že by součástí práce byly zdrojové kódy vytvořené knihovny a výpočtů, provedených v rámci řešení konkrétních úloh, ani zdrojová data měření.

K práci mám následující poznámky a dotazy:

- Na straně 17 dole v kapitole II.2.3. je uvedeno, že metoda konečných prvků je metodou variační dle dělení uvedeného v předcházející kapitole. Copak není možné použít pro metodu konečných prvků též metodu vážených reziduí? V čem spočívají výhody a případně i nevýhody variační metody oproti metodě vážených reziduí?
- Na straně 83 není z obrázku 60 zřejmá funkce navrženého bistabilního ventilu.
- Jaká je celková náročnost presentovaného řešení inverzní úlohy (strana 68)? Jaká je perspektiva použití optimalizačních metod pro nalezení více parametrů pro úlohy, kde řešení nezanedbatelně závisí na dvou a více parametrech?
- Na jaké úrovni je připravenost knihovny OptiLab pro její použití lidmi bez přístupu k přímé podpoře ze strany autorů knihovny?

Práci hodnotím velice pozitivně a doporučuji ji k obhajobě.

V Českých Budějovicích dne 14.5.2015



Ladislav Musil