

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Aplikace optimalizačních metod na vývoj procesů řízených parciálními diferenciálními rovnicemi</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Plecháček</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra matematiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Pavel Strachota, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	KM FJFI ČVUT v Praze

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání je stručné, ale o to náročnější. Student se musel seznámit s obecnou teorií optimalizace s nekonečně dimenzionální vazbou a osvojit si potřebné znalosti z topologie Banachových a Hilbertových prostorů. Dále bylo třeba odvodit sdruženou (adjungovanou, duální) úlohu obecně i pro konkrétní minimalizační problém s vazbou danou rovnicí vedení tepla. Poté bylo nutné implementovat numerickou metodu nejen pro řešení primární i duální úlohy, ale také pro aproximaci gradientu ztrátového funkcionálu a metodu gradientního sestupu pro jeho minimalizaci. Funkčnost všech částí kódu měla být ověřena (zřejmě) na vhodných testovacích úlohách.	

<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>	
Přes náročnost zadání, a to nejen teoretickou, ale také technickou, student beze zbytku všechny úkoly splnil, a to na vysoké úrovni.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení praktické části je standardní, ale na studenta teprve bakalářského studia bravurně zvládnutý. Používají se jednoduché numerické metody (metoda konečných diferencí na strukturované síti, Eulerovo explicitní schéma pro časovou integraci, základní „vanilla“ verze gradientního sestupu) které jsou však pro danou úlohu dostatečně přesné a stabilní. Postup zpracování teoretické části je mimořádně pečlivý. Student buduje teorii od základů ve formě definic, vět a jejich důkazů. Zřejmě se snažil porozumět studované problematice do nejmenšího detailu a stejnou příležitost nabízí čtenářům své práce. Přístup odpovídá systematické výstavbě matematického vzdělání na FJFI ČVUT a považuji ho obecně za velmi cenný, i když ne vždy nutný (např. počáteční pasáže věnované topologickým prostorům lze zkrátit a příslušné definice a tvrzení z praktického hlediska přizpůsobit Banachovým a Hilbertovým prostorům).	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>výborná</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň je velmi vysoká. Student sám ví, že úlohu lze studovat v ještě abstraktnější podobě (např. pracovat se slabým řešením primární úlohy) a porozumět přitom důležitým vlastnostem úlohy a dalším zákonitostem, ale pro pochopení principu optimalizace daného typu je zvolený výklad ideální. Byl jsem velmi potěšen exaktností a jakousi lehkostí ve vyjadřování, s jakou jsou formulovány definice, věty a důkazy. Dokonce	

i numerické schéma (zavedení aproximací, náhrada řešení síťovou funkcí) je formulováno jasně a bezchybně. Zpracování numerické studie (formulace úloh a prezentace výsledků) je na profesionální úrovni.

**Formální a jazyková úroveň**

**výborná**

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

Většina textu je věcně i jazykově bezchybná. Několik málo výjimek uvádím níže:

- str. 35 hovoří se o chybě aproximace (diferenčního operátoru) bez toho, aby byl pojem vysvětlen
- vhodnější název sekce 4.2 by byl „Hladký cílový profil“ (tj. nejen spojitý)
- str. 15 a dále „Fréchetově/Gateauxově diferencovatelné“ --> “Fréchetovsky, Gateauxovsky“
- Veta 1.3.5 „Řetězové pravidlo“ --> “řetězové pravidlo“
- str. 5 „respektivě“ --> “respektive“
- několik chybějících čárek a teček v textu

Dále po stránce grafické úpravy obrázků (výsledků)

- některé grafy by zasloužily silnější čáry a popisky os s použitím větší velikosti písma
- na obr. 4.1 je totéž zbytečně znázorněno dvakrát (ve 2D a 3D). Navíc na první pohled velmi „divoké“ řešení ve skutečnosti takové není, protože barevná škála reprezentuje hodnoty velmi blízké jedničce (což má být cílové řešení). To však není nikde komentováno.
- k obr. 4.2 a dalším – bylo by vhodné (např. na obr. 4.1) graficky znázornit body, v nichž se sleduje časový průběh řízení
- k obr. 4.5 a dalším – analogicky – řezy by bylo možné též graficky znázornit na obr. 4.1

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**výborné**

*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.*

V úvodních teoretických partiích student čerpá z několika zásadních knih, takže citace jsou uvedeny pouze na začátku každé příslušné části. To ale v principu nevádí. Bibliografie obsahuje sice jen 14 zdrojů, ale jedná se často o rozsáhlé monografie. Obecně je rozsah použitých zdrojů plně dostačující.

**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.*

V rámci obhajoby bych studentovi rád položil následující dotazy:

1. Proč byla zvolena prostorová diskretizace oblasti zrovna na 50x50 uzlů? Zkoušel jste různé úrovně prostorové, resp. časové diskretizace při řešení primární a duální úlohy? Pokud ano, jaký byl vliv na výsledek? Lze hovořit o konvergenci při zjemňování sítě?
2. Jak dlouho typicky trval jeden výpočet z těch, které jsou prezentovány ve 4. kapitole? Jaké výpočetní prostředí (verze MATLABu, typ OS, CPU, RAM) jste využíval?
3. Výsledné hodnoty numerické aproximace ztrátového funkcionálu  $J$  označujete jako „rezidua“. Je toto označení v oboru běžně používáno?

### **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.*

Student s matematickou i formální precizností vypracoval velmi kvalitní práci, jejíž téma bylo náročné po teoretické i praktické stránce. Několik málo nedostatků lze snadno odpustit.

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

Chýně, 4.8.2023

Ing. Pavel Strachota, Ph.D.

