

Oponentní posudek disertační práce

Autor práce: **Ing. Radim Dvořák**

Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta informačních technologií, Ústav inteligentních systémů

Název práce:

Fyzikální modelování a simulace

Předmětem předložené práce je modelování fyzikálních procesů probíhajících ve spodních částech zemské atmosféry v souvislosti se šířením znečištění ovzduší. Přínosem práce je hlavně zlepšení numerických metod pro řešení parciálních diferenciálních rovnic popisujících časový vývoj koncentrace znečištění ovzduší.

Práce je strukturována následovně. První kapitola obsahuje vysvětlení motivace a cílů disertační práce, druhá je věnována přehledu používaných modelovacích technik a vysvětlení základních pojmů. V třetí kapitole je uveden kvalifikovaný přehled používaných numerických metod ve vztahu k řešenému problému. Čtvrtou kapitolu lze považovat za jádro disertační práce – jsou zde popsána autorem navržená vylepšení numerických metod: jednak paralelizace metody přímek (MoL) s využitím architektury CUDA a dále adaptace metody ELLAM, která umožňuje redukovat oscilace numerického řešení. V páté kapitole jsou popsány výsledky experimentů provedených k ověření navržených vylepšení numerických metod. Šestá kapitola obsahuje závěr.

Cíle stanovené v předložené disertační práci lze považovat za splněné. Byly navrženy a do určité míry i ověřeny modifikace zlepšující numerické metody řešení fyzikálních procesů probíhajících v ovzduší. Rovněž je třeba ocenit snahu autora o validaci navržených metod porovnáním svých výsledků s výsledky reálného experimentu, i když zde autor nevyužil plně možností, které se nabízely (viz dále).

Práce je psána anglicky, přehledným stylem, po formální stránce je zpracována poměrně pečlivě. Velká pozornost byla věnována sazbě matematických vzorců. V práci jsem ale našel některé formální nedostatky, jejichž příklady uvádím dále:

1. Špatně rozlišitelné křivky v některých obrázcích (např. 5.2, 5.3) – rozlišení způsobem *black-grey* nepovažuji za vhodné. Rovněž některé další obrázky, např. 5.13, jsou špatně čitelné.
2. Nedokonalé citace – například u klíčové technické zprávy [22] popisující reálný experiment s měřením znečištění ovzduší není uvedena instituce vydávající zprávu, podobně [27] a [33]. Tzv. kodaňské experimenty [22] měly být s ohledem na srozumitelnost textu disertační práce přesněji popsány.
3. Zavedení normalizované jednotky koncentrace znečištění C [sm^{-2}] musí čtenář pracně najít v textu (str. 81), v přehledu symbolů na str. 7 je totiž uvedena intuitivně pochopitelná jednotka [kg m^{-3}]

Po metodické a věcné stránce je slabou stránkou disertační práce kapitola 5, ve které autor popisuje experimenty provedené za účelem ověření jím navržených vylepšení numerických metod užívaných k řešení modelů šíření emisí. Podle mého názoru autor nevyužil možností, které se nabízely pro demonstraci kvality jím navržených modifikací numerických metod. Uvedu některé konkrétní výhrady ke kapitole 5:

1. Autor nevyužil možnost zřetelně porovnat výsledky svých simulačních experimentů provedených prostřednictvím jím navržených modifikací numerických metod s výsledky reálného (tzv. kodaňského, lit.[22]) experimentu se šířením emisí v ovzduší. Pokud je to možné, doporučuji provést takové srovnání v rámci prezentace při obhajobě disertační práce, nejlépe v jednom obrázku porovnáním časové závislosti koncentrace znečištění ve vybraném reprezentativním bodě (bodech) řešené oblasti.
2. Autor by měl v rámci obhajoby disertační práce vysvětlit hodnoty $MassE$ uvedené v tabulce 5.10. Podle (nepříliš přesného ;-)) zavedení této veličiny na straně 40 by se daly očekávat hodnoty $MassE$ blízké 1.0.
3. Dále doporučuji, aby autor v rámci obhajoby disertační práce podrobněji vysvětlil způsob diskretizace řešené oblasti v sekci 5.2.3 (výsledky experimentu na obr. 5.13). Autor uvádí, že (2D) oblast byla diskretizována na čtverce 10×10 m. Uvedený počet buněk (199 resp. 198) ale odpovídá jen diskretizaci ve vertikálním směru (1980 m). Navíc uvádí (druhý odstavec od spodního okraje stránky), že vypočítané koncentrace jsou uvedeny v tabulce 5.11. V této tabulce jsou ale uvedeny hodnoty statistických indexů.

Dále doporučuji, aby v rámci diskuse spojené s obhajobou disertační práce byly zodpovězeny následující dotazy spadající do širšího kontextu práce a využití jejích výsledků:

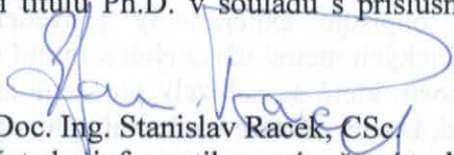
- Autor charakterizuje řešenou geografickou oblast šíření emisí jako *malou* (charakteristický rozměr cca 5 km). V takové oblasti by se na řešení mohl významně uplatnit vliv profilování terénu (hory, údolí, vysoké budovy apod.). Jak složité by bylo zahrnout tento vliv do fyzikálního modelu a navržených metod jeho řešení?
- Významným zdrojem emisí může být také požár. Větší požár ovlivní proudění vzduchu v okolí (emise se tak dostanou do vyšších vrstev ovzduší). Dala by se singularita proudění způsobená požárem nějak zahrnout do diskutovaných modelů?
- Výsledky práce byly prozatím publikovány pouze na odborných konferencích. Co je dle názoru autora ještě zapotřebí pro to, aby se předmět a výsledky disertační práce daly publikovat ve vybraném mezinárodním časopisu?

Závěr:

Námět práce odpovídá oboru disertace a je aktuální z hlediska současného stavu počítačové vědy. Hlavním přínosem předložené práce je efektivní paralelizace tzv. *metody přímek* (MoL) využívané k numerickému řešení parciálních diferenciálních rovnic a dále autorem navržená modifikace konkurenční metody ELLAM. Uvedený přínos disertační práce lze považovat za původní příspěvek autora v dané oblasti vědy. Práce dokumentuje přehled disertanta v oblasti počítačového modelování fyzikálních procesů a byla publikována na několika významných mezinárodních vědeckých konferencích.

Proto **práci doporučuji k obhajobě** před komisí stanovenou vědeckou radou FIT VUT v Brně a dále po náležitém vysvětlení všech výše uvedených výhrad oponenta v rámci obhajoby disertační práce doporučuji následné udělení titulu Ph.D. v souladu s příslušnými paragrafy zákona ČR o vysokých školách.

V Plzni 25.9.2014


Doc. Ing. Stanislav Racek, CSc.
Katedra informatiky a výpočetní techniky
Fakulta aplikovaných věd ZČU
Univerzitní 22, 30614 Plzeň