

doc. Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.

Energetický ústav
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

Oponentní posudek dizertační práce

Autor práce: **Ing. Jakub Linda** z EÚ, FSI, VUT v Brně

Školitel: **prof. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.** z EÚ, FSI, VUT v Brně

Název práce: **Identification and modeling of particle resuspension
in the urban environment**

Aktuálnost tématu dizertační práce

Předložená dizertační práce se zabývá problematikou větrem způsobené resuspenze pevných částic ve vzduchu v městské zástavbě. Hlavními oblastmi zájmu jsou identifikace resuspenze částic z dat monitorujících znečištění ovzduší, výpočtové modelování resuspenze částic a studium chování tohoto děje. Získané výsledky mají bezpochyby potenciál praktického uplatnění v oblasti ochrany kvality ovzduší a snižování emisí pevných částic. Tuto problematiku lze v současnosti považovat za velmi aktuální a lze očekávat, že její důležitost bude v budoucnu ještě více akcentována, např. v souvislosti s emisemi částic z otěru pneumatik vozidel nebo jejich brzdového obložení. Téma dizertační práce lze tedy jednoznačně považovat za aktuální a velmi perspektivní.

Splnění stanovených cílů dizertační práce

Na základě provedené rešerše a analýzy současného stavu poznání definoval autor tři hlavní cíle své dizertační práce v kapitole 4, které zahrnují (1) analýzu experimentálních dat z monitoringu kvality ovzduší pro identifikaci podmínek vzniku resuspenze, (2) vývoj výpočtového modelu pro simulaci resuspenze částic v městské zástavbě a (3) validaci výpočtového modelu. V návaznosti na cíle autor také formuloval 3 vědecké otázky a k nim odpovídající hypotézy. Dizertační práci autor pojal jako komentovaný soubor svých publikovaných prací. Nosnou částí dizertační práce je tedy soubor 4 odborných článků publikovaných v časopisech s impaktním faktorem, přičemž autor dizertační práce je hlavním autorem všech čtyř publikací. Z hlediska kvartilového zařazení se jedná o jednu publikaci v Q1, 2 publikace v Q2 a jednu publikaci v Q3. Jednotlivé publikace a výsledky v nich prezentované jsou podrobně okomentovány, je vysvětlena jejich návaznost na konkrétní cíl a vědeckou otázku. Zároveň lze konstatovat, že výsledky uvedené v tomto souboru publikací lze považovat za splnění vytyčených cílů dizertační práce.

Postup řešení problému a konkrétní přínosy doktoranda

Jelikož autor pojal svoji dizertační práci jako soubor svých publikovaných prací, tak úvodní část práce je tvořena přehledem současného stavu poznání, který je následovaný jeho analýzou, vymezením bílých míst pro výzkum a definicí výzkumných cílů, otázek a hypotéz. Na tuto úvodní část navazuje komentovaný detailní rozbor, ve kterém je pro každou publikaci vysvětlen a prezentován její obsah, provázanost s konkrétním cílem a vědeckou otázkou dizertační práce, je shrnuta použitá metodika a uveden souhrn hlavních výsledků obsažených v dané publikaci. Jednotlivé publikace jsou vzájemně provázané (např. publikace 2 navazuje na publikaci 1 s cílem odstranit její nedostatky, podobně publikace 4 navazuje na publikaci 3 s cílem umožnit porovnání chování resuspenze na základě dat z monitoringu kvality ovzduší, které jsou diskutovány v publikacích 1 a 2) a je tedy zřejmé, že se jedná o souvisle a systematicky řešenou problematiku. Výsledky obsažené v tomto souboru publikací lze považovat za originální, což je potvrzeno také jejich zveřejněním v recenzovaných časopisech s impaktním faktorem. Pro každou publikaci je rovněž specifikován přínos a podíl autora dizertační práce na dané publikaci a také ostatních spoluautorů. Z uvedených informací vyplývá, že autor má na vzniku všech publikací a dosažených výsledcích zásadní podíl (2× 50 %, 1× 80 % a 1× 85 % dle informací v IS VUT), zahrnující návrhy metodického zpracování, tvorbu modelů, provádění výpočtů, analýzu výsledků a také přípravu vlastních publikací.

Význam výsledků pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Z dizertační práce a souboru publikovaných prací vyplývá, že autor dosáhl originálních výsledků, které jsou významné jak pro rozvoj daného vědního oboru, tak mají rovněž potenciál pro využití v praxi. Jednou z možností je pokračování ve výzkumu resuspenze částic (autor sám v závěru práce identifikoval možné směry navazujícího výzkumu, např. resuspenze částic způsobená pohybem vozidel). Druhou možností s přímým dopadem na společnost je využití výsledků dizertační práce např. státními orgány při přípravě a návrhu opatření pro ochranu kvality ovzduší v souvislosti s redukcí resuspenze pevných částic atd.

Formální a jazyková úroveň dizertační práce

Dizertační práce je napsaná v anglickém jazyce srozumitelnou formou. Formální úprava a jazyková úroveň dizertační práce jsou na dobré úrovni. Skladba a řazení jednotlivých částí práce odpovídají požadavkům obecně kladených na závěrečné práce a jsou v souladu se směrnicemi a normami platnými na VUT v Brně, které upravují formální požadavky kladené na závěrečné práce. Z formálního hlediska se v práci vyskytují následující nedostatky, které však nesnižují zásadním způsobem celkovou kvalitu práce:

- v práci se vyskytuje malé množství překlepů;
- některé formulace nejsou zcela jasné a bylo by vhodnější je upravit;
- v práci chybí seznam použitých symbolů a zkratk, což komplikuje v některých částech práce její srozumitelnost;
- na některé obrázky chybí v textu odkaz, což snižuje jejich provázanost s textem;
- některé rovnice obsahují nepřesnosti nebo nejasnosti (např. matoucí používání symbolu tečky pro násobení a skalární součin);
- v některých částech textu jsou typografické nedostatky či nejasnosti (např. použití symbolu hvězdičky v rovnici (16)).

Otázky a dotazy k rozpravě a diskuzi

- V práci jsou formulovány 3 vědecké otázky a k nim odpovídající hypotézy a očekávané odpovědi. V závěru práce ale v tomto ohledu chybí explicitní shrnutí a vyhodnocení. Byly všechny hypotézy potvrzeny, nebo byla některá z nich zamítnuta a bylo nutné formulovat alternativní hypotézu? Během obhajoby by bylo vhodné se k tomuto bodu vyjádřit.
- V práci byla využita data z monitoringu kvality ovzduší. Jakým způsobem bylo v těchto datech rozlišeno mezi resuspendovanými částicemi a nově generovanými částicemi?
- Jedním z důležitých faktorů ovlivňujících resuspenzi je drsnost povrchu, ze kterého může částice potenciálně resuspendovat. V publikaci 3 je uvedeno, že všechny uvažované povrchy byly uvažovány dokonale hladké a drsnost povrchu byla zohledněna mezní hodnotou třecí rychlosti. Během obhajoby by bylo vhodné vysvětlit, jakými závislostmi (vztahy) drsnost povrchu ovlivňuje mezní hodnotu třecí rychlosti.
- V CFD modelování bylo pro zahrnutí částic a jejich chování využito clustrování, které sdružuje částice stejných vlastností do skupin (parcel), což umožňuje zefektivnit provádění výpočtů. Jaký počet parcel byl v simulacích použit a jak počet parcel ovlivňoval výsledky simulací? Byla v tomto ohledu provedena nějaká analýza a vyhodnocení (podobně jako se provádí např. mesh independence test)?
- V publikaci 3 je uvedeno, že pro simulaci resuspenze částic bylo využito několik uživatelsky definovaných funkcí. Během obhajoby by bylo vhodné vysvětlit podstatu a účel těchto funkcí a také míru vlivu konkrétní implementace těchto funkcí na výsledky simulací.
- Z dizertační práce vyplývá, že její výsledky mají potenciál pro praktické využití při ochraně kvality ovzduší např. při formulaci opatření státními orgány. Mohl by autor dizertační práce při obhajobě nastínit možné znění či podstatu těchto opatření?

Závěrečné hodnocení a stanovisko oponenta

Doktorand Ing. Jakub Linda předloženou dizertační prací prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a rovněž prokázal, že je schopen na potřebné odborné úrovni řešit vědecký problém. Získané výsledky lze považovat za původní a originální, které přispívají k poznání a dalšímu rozvoji v dané oblasti. Výsledky své tvůrčí činnosti v oblasti dizertační práce publikoval ve 4 publikacích v časopisech s impaktním faktorem (IF). Kromě toho autor také publikoval jeden další článek v časopise s IF, který se týkal dalšího výzkumu. Dizertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47, odstavci 4 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách, a proto ji doporučuji k obhajobě před komisí.

V Brně dne 16. května 2025.

doc. Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.

oponent dizertační práce