



**Posudek oponenta diplomové práce Bc. Víta Pánka
„Statistické vlastnosti termodynamického částicového plynu s kombinovaným
potenciálem“**

V předkládané práci se student věnuje modelování termodynamického dopravního plynu s kombinovaným potenciálem a jeho statistickým vlastnostem. Student v práci řeší aktuální problém systémů, ve kterých nepůsobí pouze síly odpudivé, ale také přitažlivé. Jako možná statistická charakteristika částicového systému, která může prozradit přítomnost přitažlivých sil, je využita statistická rigidita.

Posuzovaná práce je rozdělena do osmi kapitol. V první kapitole jsou zavedeny základní veličiny související s oblastí VHM (Vehicular Headway Modeling). V práci jsou dále řešeny systémy s logaritmickým a hyperbolickým potenciálem jako případy systémů s přítomností výhradně odpudivých sil, zejména však systémy s kombinovaným potenciálem, ve kterých jsou přítomné kromě odpudivých sil také síly přitažlivé. Uvažovány jsou jak systémy krátkodosahové, tak střednědosahové.

V následujících šesti kapitolách se student zabývá krátkodosahovými částicovými systémy, k jejichž popisu je možné využít balančních částicových systémů (BČS). Pojem i související veličiny a charakteristiky jsou zavedeny ve druhé kapitole. Podstatná pro další kapitoly je statistická rigidita a její lineární aproximace pomocí kompresibility a deflektce. Statistická rigidita je též využita pro klasifikaci stavů částicového systému na stav deterministický, subpoissonovský, poissonovský, případně superpoissonovský. V závěru kapitoly je prokázáno, že pokud má generátor BČS exponenciální nebo gamma rozdělení nemůže být systém superpoissonovský, avšak pokud má GIG rozdělení, je toto již možné. Proto jsou ve třetí kapitole odvozeny podmínky pro hodnoty parametrů GIG rozdělení generátoru BČS, za jejichž splnění by systém měl být v jednom z výše uvedených stavů. Ve čtvrté kapitole je představen numerický model částicového systému s volitelně logaritmickým, hyperbolickým nebo kombinovaným potenciálem – jak krátkodosahovým, tak střednědosahovým, případně také systému bez interakcí.

V páté a šesté kapitole jsou odvozeny analytické modely bezinterakčního systému a krátkodosahových systémů s logaritmickým, hyperbolickým, případně kombinovaným potenciálem. Je ukázáno, že v případě s kombinovaným potenciálem má rozestup částic GIG rozdělení. Jsou porovnány hodnoty rozptylu rozestupu částic určené teoreticky pomocí analytického modelu s těmi získanými pomocí numerického modelu. V případě modelu s kombinovaným potenciálem je ukázáno, že pro některé volby parametrů je mezi těmito hodnotami významný rozdíl, případně, že při některých volbách parametrů podle podmínek odvozených ve třetí kapitole numerický model nepotvrdil předpokládaný stav systému. V sedmé kapitole je dokázána stěžejní věta, která ukazuje, že libovolný BČS s repulzivním potenciálem nemůže být superpoissonovský.

V poslední, osmé kapitole je ukázáno, že numerický model se střednědobým kombinovaným potenciálem může generovat rozestupy s GIG rozdělením. Toto však neplatí pro jisté volby parametrů, které odpovídají relativně silné přitažlivé složce interakcí.

V závěru práce student podle mého názoru velmi dobře shrnuje nejpodstatnější výsledky. Za cenné považuji také podněty k dalšímu výzkumu – např. nalezení přesnějších aproximací v případě GIG rozdělení nebo detekce přitažlivých sil v subpoissonovských systémech.

Student beze zbytku splnil zadání diplomové práce. Autor se do hloubky seznámil jak s analytickou, tak numerickou stránkou modelování termodynamického dopravního plynu s kombinovaným

potenciálem, včetně statistického popisu. Předložené výsledky mají podle mého názoru velmi dobrou úroveň.

Diplomová práce je z hlediska formální úpravy na uspokojivé úrovni. Drobné výhrady mám k formální stránce grafů – některé grafy mají popisky os, případně legendu, v angličtině, většina je má v češtině, avšak bez diakritiky, u některých grafů chybí popisky os zcela. Na několika místech jsem narazil na chyby ve vzorcích (např. str. 12, str. 62, str. 75). Po stránce pravopisné má práce také uspokojivou úroveň, pouze výjimečně jsem narazil na chyby v interpunkci a překlady. Z hlediska stylistického jsou myšlenky srozumitelné a jasně formulovány, avšak místy autor sklouzává k hovorovému vyjadřování.

Na studenta mám tyto otázky:

1. Na straně 16 definujete stacionární stav systému. Použitá formulace není příliš vhodná. Rozviňte a zpřesněte prosím tuto definici.
2. Na straně 23 zavádíte stavy BČS na základě statistické rigidity. V dalším textu však pro určení stavu systému využíváte kompresibilitu, resp. s ní úzce související rozptyl škálovaných roztečí. Prosím vysvětlete, proč není zohledněna deflektce. Může se v superpoissonovském stavu nacházet systém s kompresibilitou rovnou jedné, případně i menší než jedna, a kladnou deflektcí?
3. V částech 6.2.1 a 6.2.2 uvádíte pro jednotlivé volby parametrů rozptyl simulace a rozptyl teoretický. Prosím uveďte tyto rozptyly i pro volby parametrů v části 6.2.3.
4. Objasněte podrobněji myšlenku ze strany 60, že je nutné zvážit jiné pojmenování stavů s ohledem na kompresibilitu. Konkrétně mě zajímá, v čem spatřujete jako problematické označení systému, který není Poissonův, avšak který je ve stavu s kompresibilitou rovnou jedné, za systém poissonovský, resp. systém v poissonovském stavu?
5. Zvažoval jste srovnání diagramu na straně 33 s jeho obdobou vytvořenou s využitím vašeho numerického modelu systému s kombinovaným potenciálem?

Vzhledem k výše uvedenému jednoznačně navrhuji hodnotit tuto diplomovou práci známkou **A- výborně a doporučuji ji k obhajobě inženýrského titulu.**

V Hradci Králové dne 18. května 2022

Mgr. Tomáš Zušćák, Ph.D.

Katedra matematiky
Přirodovědecká fakulta
Univerzita Hradec Králové
Rokitanského 62
500 03 Hradec Králové