Posudek vedoucího diplomové práce

**Autor práce:** Bc. Ondřej Outrata

**Název práce:** Numerical methods for vortex dynamics.

**Studijní program a obor:** Matematické a počítačové modelování ve fyzice

**Rok odevzdání:** 2020

Práce byla motivována experimentálním pozorováním prováděným ve skupině M. La Mantii na katedře fyziky nízkých teplot. V daném experimentu jde o vizualizaci proudění kapalného helia za velmi nízkých teplot, kde existuje hypotéza že pozorované vírové jevy se za určitých podmínek dají popsat pomocí proudění nestlačitelné vazké tekutiny a tedy řešením nestlačitelných Navierových-Stokesových rovnic.

V první části práce jsou představeny Navierovy-Stokesovy rovnice a jejich diskretizace pomocí metody konečných prvků. V druhé kapitole je nejprve porovnání několika přístupů k řešení diskrétního systému rovnic, a to projekční metoda a metody založené na vhodném předpodmínění Krylovovských iteračních metod. Dále je pak zkoumán vztah mezi vířivostí a tzv. pseudovířivosti, jako veličinou kterou lze dopočítat na základě experimentálních dat sledováním pohybu částic v proudění.

Ve třetí a čtvrté části navazuje diplomová práce na výsledky autorovi bakalářské práce a zabývá se numerickou simulací podobného experimentu, kdy se v tekutině pohybuje pevný objekt. Oproti bakalářské práci je zde zkoumán vliv numerické stabilizace a okrajových podmínek na výpočet. Správnost kódu je zde navíc ověřena porovnáním s existujícím benchmarkem.

Hlavní přínos práce je v implementaci a porovnání několika metod k řešení proudění vazké nestlačitelné tekutiny. Student k tomu ovládl technické detaily použití knihoven PETSc a FEniCS. Dále je pak zajímavé zkoumání vztahu mezi pseudovířivosti jako Lagrangeovské veličiny dosažitelné z experimentálních dat a Eulerovské vířivosti na výsledcích numerických výpočtů.

Student práci napsal přehledně a samostatně s přiměřeným počtem stylistických chyb. V práci propojil dané experimentální výsledky s vlastními numerickými simulacemi. Práce obsahuje jak přejaté tak původní výsledky, které budou použity v připravované odborné publikaci.

Doporučuji práci uznat jako diplomovou.

V Praze, 12.9.2020

RNDr. Jaroslav Hron, PhD