

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Tomáš Kašpar

Název disertační práce Teorie silového působení proudící vody na plavidla s využitím metod fyzikálního a matematického modelování

Studijní program Stavební inženýrství, Vodní hospodářství a vodní stavby

Školitel doc. Ing. Pavel Fošumpaur

Oponent doc. Ing. Zbyněk Zchoval, Ph.D.

e-mail zchoval.z@fce.vutbr.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář:

Silové působení proudící vody na plavidla uvázaná v plavebních komorách středního spádu je dlouhodobě rozvíjené a stále aktuální téma v oblasti vodního hospodářství a vodních staveb. Požadavek na zdokonalování popisu vzájemné interakce uvázaného plavidla a proudící vody v plavební komoře při jejím plnění vychází z celosvětových potřeb kladených na plavební komory. Složitost celého systému spočívá především ve variabilitě plavebních komor, jejich zařízení a řízení při plnění, variabilitě hustoty vody a rovněž i na velmi velké variabilitě typů plavidel a způsobů jejich uvázání. Optimalizace tvarů jednotlivých částí plavebních komor a jejich zařízení a také optimalizace řízení plnění komor vede k jejich efektivnějšímu využívání, zkrácení času proplavení, zvýšení životnosti komor a jejich zařízení a zvýšení bezpečnosti jejich provozu. Výzkum v oblasti plavebních komor středních spádů s přímým plněním je v současné době celosvětově stále nedořešenou oblastí, kterou si autor disertační práce zvolil k řešení.

Téma je celosvětově aktuální.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář:

Autor práce si zvolil výzkum v oblasti silového namáhání plavidel způsobeného prouděním vody v plavební komoře středního spádu při jejím přímém plnění pomocí vzpěrných a segmentových vrat. Vzhledem k šíři problematiky, komplexnosti vzájemného silového působení a značné variabilitě proměnných rozdělil práci do čtyř částí, které mu umožnily dosažení hlavního cíle. Předně získal velmi cenná data z fyzikálních modelů provedených na pracovišti autora práce, kde se podílel na optimalizaci tvaru vývaru a na optimalizaci řízení manipulace vzpěrných a segmentových vrat při plnění plavební komory. Dále se věnoval analýze věrohodnosti simulování proudění 1D numerickými modely při plnění plavební komory vzpěrnými a segmentovými vraty a analýze věrohodnosti simulování proudění 3D numerickým modelem při plnění segmentovými vraty. Na základě nich kriticky vyhodnotil jejich použitelnost a výstižnost popisu jejich plnění. Rovněž provedl parametrickou analýzu vlivu vybraných charakteristik plavebních komor na silové namáhání plavidel a prokázal možnost popisu kmitání v komoře tlumeným harmonickým pohybem. Při vyhodnocení se zaměřil především na oblast proudění vody, zvláště pak na sklon hladiny a tvar rychlostního pole pomocí nichž odvozoval některé síly působící na plavidla.

Cíl práce byl splněn.

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrný	<input type="checkbox"/> průměrný	<input type="checkbox"/> podprůměrný	<input type="checkbox"/> slabý
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Metody a postupy řešení

komentář:

Metodou řešení použitou v práci je kombinace experimentálního výzkumu na zmenšených fyzikálních modelech a numerického modelování proudění vody v plavebních komorách. Experimentální výzkum na zmenšených fyzikálních modelech použil autor práce především k optimalizaci obtížně numericky simulovatelného proudění vody ve vývaru plavební komory a dále k získání kalibračních dat pro numerické modely. Numerické simulace použil pro parametrické analýzy a doporučení k numerickému modelování pro praktické aplikace.

Autor práce provedl detailní rešerši soudobých znalostí o plnění plavebních komor a vyjadřování sil působících na plavidla v nich umístěná. Vzhledem k šíři tématiky vhodně a srozumitelně vymezil oblast výzkumu. Na základě rešerše a analýzy významnosti vlivu jednotlivých sil působících na plavidla v plavební komoře zvolil kombinaci matematického a fyzikálního modelování a využil výhody obou přístupů. Vzhledem k vzájemné provázanosti vlivů jednotlivých charakteristik plavebních komor v interakci s proudem při jejich plnění se zaměřoval pouze na ty nejvýznamnější. Vlastní výzkum omezil na případ plavební komory bez plavidla.

Metoda a postup řešení byly zvoleny vhodně.

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrný	<input type="checkbox"/> průměrný	<input type="checkbox"/> podprůměrný	<input type="checkbox"/> slabý
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář:

Hlavní výsledky práce autora spatřuji v několika oblastech. Především se jedná o nové poznatky z optimalizace tvaru rozrážečů ve vývaru a jejich vlivu na rychlostní pole v plavební komoře s přímým plněním segmentovými vraty. Dále se jedná o ověření doporučení pro tvar a umístění plnicího otvoru ve vzpěrných vratech. Cenné jsou poznatky z řízení manipulace s vraty. Velmi přínosná je analýza věrohodnosti použitých přístupů a způsobů simulování přímého plnění segmentovými vraty. Za cennou považuji parametrickou studii hlavních charakteristik plavební komory a rychlosti otevírání segmentových vrat na velikost hodnoty sklonu hladiny v plavební komoře. Aplikačně přínosné je použití rovnice tlumeného kmitání pro popis kmitání hladiny v plavební komoře.

Autor práce přinesl cenné originální poznatky v oblasti vodního hospodářství a vodních staveb.

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrný	<input type="checkbox"/> průměrný	<input type="checkbox"/> podprůměrný	<input type="checkbox"/> slabý
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář:

Celosvětový význam práce pro praxi je především při navrhování a optimalizaci stávajících plavebních komor středních spádů s přímým plněním vzpěrnými nebo segmentovými vraty, kdy lze značnou část poznatků a doporučení uvedených v práci použít přímo. Přímé plnění uvedenými typy vrat může být využito zejména ve stísněných podmínkách, výhodou je obvykle nižší finanční náročnost a možnost plnit větší množství funkcí oproti jiným způsobům plnění plavebních komor. Je však třeba upozornit, že při výzkumu nebylo zohledněno chování uvázaného plavidla v komoře.

Význam práce pro rozvoj vědního oboru je v oblasti vyhodnocení věrohodnosti popisu proudění v plavební komoře při jejím plnění současnými numerickými modely s různým způsobem popisu, různou mírou schematizace a různými modely turbulence. Významné je rovněž doporučení pro jejich použití a zkušenosti se způsoby popisu proudění vody při plnění plavební komory.

Práce je pro praxi a pro rozvoj vědního oboru významná.

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrný	<input type="checkbox"/> průměrný	<input type="checkbox"/> podprůměrný	<input type="checkbox"/> slabý
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář:

Poznámka: Formulář pro psaní oponentského posudku bohužel neumožňuje jakoukoliv úpravu písma (zápis indexů, kurzívy atd.), proto níže v textu nebylo možné provést zápis správně.

Předložená disertační práce je zpracována po stránce formální a odborné na dobré úrovni, po stránce jazykové na velmi dobré úrovni. Práce je přehledná, vyvážená a logicky členěná.

Práce po formální stránce obsahuje úplný seznam obrázků a téměř úplný seznam veličin (chybí např. u , μs , V - vektor bodové rychlosti). Nejsou použity základní jednotky bez násobků a dílů (sklon, síla, výtlač, plocha), což v některých případech je matoucí (např. FT [m^2 , cm^2]). Použita je stejná značka veličiny pro absolutní a relativní vyjádření (síla, relativní síla) bez striktního odlišení v textu, což velmi komplikuje čitelnost rovnic a pochopení zápisu. Matoucí je i použití jedné hlavní značky veličin pro více druhů veličin (F - síla, relativní síla, plocha, amplituda). Značky veličin nejsou v celém dokumentu kurzívou. Přínosný by byl seznam zkratk. Seznam literatury obsahuje některé v textu neuvedené zdroje (např. Hammack a Stockstill, 2011; Matsson, 2020; Možiešik, 2012; Smetana, 1957). V textu jsou některá jména uvedena jinak (např. Partensky, Partensky). Použity jsou dva různé desetinné oddělovače (např. rovnice (9)), což je pro čtenáře matoucí.

Po odborné stránce musím vytknout zápis rovnic v kapitole 5.3. V rovnicích chybí některé matematické operátory (37, 38), chybí značky veličin (k v rovnici (35)), nepřesné je vyjádření prostorového charakteru tenzoru Reynoldsových napětí gradientem rychlosti pouze v jednom směru (y v rovnici 34), nejednotný je zápis bodové rychlosti (v , u v rovnicích (28, 32)), použity jsou tři způsoby zápisu diferenciálních rovnic (rovnice (28, 29, 32)), chybný je zápis totální derivace (rovnice (30)) a nejednotné je středování hustoty (v rámci podkapitol). Použití rozměrově nehomogenní rovnice (5) je bez vysvětlení. Jednotka nebo název veličiny modulu pružnosti v seznamu symbolů (veličin) je chybná.

Autor práce používá termíny, které jsou v souladu s odbornou terminologií a terminologickou databází Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Text je srozumitelný, vyjadřování je výstižné. Překlepy jsou ojedinělé.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

Otázky k zodpovězení při obhajobě práce:

A) V práci je hlavní komplikací čitelnost rovnic vyjadřujících síly a pevnosti (nesystematické označení P , F , R , T , N). Definujte prosím rovnici (5) tak, aby byla jednotkově homogenní a uveďte pro její definici schéma. Vysvětlíte pojem relativní síla (k čemu je vztažena, jak je definovaná). Zdůvodněte, proč jsou v práci v rovnicích použity násobky a díly různých veličin.

B) Při přímém plnění otvorem ve vrátech (segmentových zdvižných a vzpěrných s plnicími otvory) může docházet ke vzniku vtokových vírů, které mimo jiné provzdušňují proud vody, který následně působí na plavidlo v plavební komoře. Docházelo ke vzniku vtokových vírů na fyzikálním modelu? Lze věrohodně modelovat provzdušnění proudu na fyzikálním modelu? V jaké fázi amplitudy vlnění je účinek provzdušněného proudu pro plavidlo umístěné v plavební komoře nejhorší?

C) Byly provedeny nějaké experimenty případně numerické simulace s plavidly? Jak přítomnost uvázaného plavidla změní kmitání hladiny v plavební komoře?

D) U plnicích otvorů vzpěrných vrat se používají rozrážeče a usměrňovače (např. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 2000. Design of lock. Utrecht: Bouwdienst Rijkswaterstaat. Kapitola 6.5.1.4), které značně omezují působení proudu na plavidla. Zkoušel jste v rámci Vašeho výzkumu i jejich použití?

E) Při plnění otvory ve vzpěrných vratech může při určitých stavech a blízkosti otvoru u stěny nebo dna docházet k přilnutí výtokového proudu k povrchům těchto částí plavební komory. Proud je jimi veden na značnou vzdálenost v komoře. Pozoroval jste tento děj?

F) Numerické simulace byly provedeny pro skutečné rozměry plavebních komor. Hodnoty byly porovnávány s hodnotami přepočítanými z fyzikálního modelu, jež jsou zatíženy měřítkovým efektem (vliv tření a povrchového napětí). Byl měřítkový efekt při porovnávání nějak zohledněn? Nebylo by vhodnější provést verifikaci numerického modelu na rozměry fyzikálního modelu a následně provádět numerické simulace na numerickém modelu s rozměry prototypu?

G) V případě numerických simulací zahrnoval model pouze polovinu šířky plavební komory. Jaká okrajová podmínka byla použita pro podélnou svislou rovinu symetrie plavební komory? Jaká stěnová funkce byla použita v případě betonové boční stěny a dna plavební komory?

H) Při plnění plavební komory dochází k pulzacím podélných sil, které generují víry atakující před plavidla. Co si myslíte o možném přínosu simulování plnění plavební komory metodou large eddy simulation (LES)?

Závěrečné zhodnocení disertace

Disertační práce Ing. Kašpara řeší celosvětově aktuální téma v oblasti vodního hospodářství a vodní stavby. Autorovi se podařilo získat velmi cenná experimentální data a provést numerické simulace, které umožnily stanovit doporučení pro jejich aplikaci na plavební komory a zhodnotit věrohodnost popisu proudění při plnění. Výsledky jeho práce rozvíjí vědní oblast. Cíle, které byly stanoveny na začátku práce, byly splněny.

Práce splňuje požadavky kladené na disertační práce a potvrzuje didaktické kvality a vědeckou způsobilost autora pro udělení titulu Ph.D.

Na základě výše uvedených skutečností doporučuji komisi pro obhajobu disertační práce, aby disertační práce Ing. Tomáše Kašpara byla přijata k její obhajobě.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D. ano ne

Datum: 9. 7. 2021

Podpis oponenta: 