

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Ing. Ondřeje Holého

„Řešení některých problémů stability horniny ve svazích a stěnách s optimalizací kotevních prvků“

Oponentní posudek podává: doc. Ing. Karel Vojtasík, CSc.

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební (FAST)

Ludvíka Poděště 1875/17

708 00 Ostrava-Poruba

Oponentský posudek je zpracován na základě žádosti děkana FAST VUT Brno prof. Ing. Miroslava Bajera, CSc. ze dne 5.6.2019, zaslané dopisem č.j.: 138/2019.

Posudek doktorské disertační práce je zpracován podle ustanovení čl. 46 odst. 4 Studijního a zkušebního řádu VUT.

Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce má značný společensko-ekonomický význam, zasahující několik základních oblastí stavitelství, od zakládání staveb, až k široké škále geotechnických konstrukcí a staveb, u kterých jsou kotevní prvky a systémy neoddelitelnou součástí dočasných i trvalých stabilizačních konstrukčních opatření. Vývoj kotevních prvků a systémů probíhá trvale nepřerušeně mnoho desítek let společně s rozvojem metod navrhování jejich parametrů, které jsou založeny na teoriích, empirických poznatcích a také experimentech konaných *in situ*. Trvalý rozvoj této problematiky podporují okolnosti, že na kotevní prvky a systémy jsou a v budoucnu budou kladeny vyšší požadavky, zejména na jejich únosnost, spolehlivost a životnost včetně ekonomických. Bez nových teoretických i praktických poznatků nebude možno vyšší nároky splnit. Aktuálnost tématu práce je nezpochybnitelná.

Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cíle práce „*přehled metod posuzování nestabilit z hlediska pádu horniny*“ a „*přehled metod zajištění skalních stěn proti pádu horniny*“ autor splnil, nicméně oba přehledy jsou popisy současného stavu v uvedené problematice a nepřinášejí žádné významné nové poznatky, ale obsahují celou řadu příkladů praktických aplikací z vlastní praxe doktoranda.

Další cíle práce „*provedení zatěžovacích zkoušek*“, „*laboratorní zkoušky a popis horninových vzorků*“, „*sumarizace výsledků*“ a „*výběr a třídění dat*“ autor splnil. Během doktorského studia a profesní činnosti vykonal měření *in situ* na 201 instalacích kotevních prvků na 12 lokalitách České republiky za různých kombinací okrajových podmínek. V rámci cíle „*analytické a grafické vyjádření dosažených závislostí*“ autor navrhl *model plášťového tření* kotevního prvku (kapitola 3.2 *Základní a heuristický model plášťového tření*), kterým se stanovuje závislost plášťového tření na parametrech kotevního prvku a charakteru prostředí. I tento cíl byl formálně splněn, nicméně recenzent má k modelu řadu připomínek (viz *Připomínky a dotazy recenzenta*).

Postup řešení problémů a výsledky disertační práce s přihlédnutím ke konkrétnímu přínosu studenta

Doktorand z hlediska postupu řešení nad tématem práce uplatnil tři přístupy. První, deskriptivní je použit při popisu současného stavu problematiky, který doktorand obohatil

řadou příkladů praktických aplikací z vlastní praxe. Druhý, experimentální přístup, doktorand aplikoval k získání vlastní rozsáhlé datové základny. Třetím, teoretickým přístupem, doktorand zpracoval data, navrhl a odvodil heuristický model plášťového tření kotevního prvku a na jeho základě vypracoval návrhové diagramy stanovení délky upnutí kotevních prvků pro tři standardní lepicí - tmelící hmoty. Všechna fakta a poznatky disertační práce představují cenný přínos, kterým doktorand rozšířil a obohatil problematiku v dané oblasti.

Význam pro praxi a rozvoj oboru

Práce obsahuje rozsáhlý soubor naměřených hodnot únosnosti soudobých konstrukcí kotevních prvků v řadě variant hodnot jejich parametrů a geotechnických podmínek. Získané informace jsou uplatnitelné v praxi především při návrzích stanovení parametrů kotvicích prvků a verifikaci navržených hodnot parametrů. Jiná možnost jejich uplatnění je při dalším studiu problematiky, neboť potenciál informací byl doktorandem jen z části využit a mohou být cenným zdrojem a objektem dalších analýz. Navržený heuristický model plášťového tření ve stávající formě nelze doporučit praxi k aplikaci. Model je však nutno chápat jako pokus na cestě hledání nových přístupů k navrhování parametrů kotevních prvků a stanovení jejich únosnosti v komplexních geotechnických podmínkách.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Verbální úroveň vyjadřování, srozumitelnost textů a terminologie jsou na standardní úrovni. Práce nevykazuje nedostatky při citování zdrojů u přebíraných informací a obrázků. Popisy v obrázcích, schématech a grafických diagramech jsou zřetelně čitelné. Text práce je doplněn vhodnou názornou obrazovou dokumentací, jejímž autorem je doktorand a která pochází z portfolia doktorandem realizovaných projektů. Přílohová část práce obsahuje úplnou dokumentaci k provedeným experimentům, jejich zpracování a vyhodnocení.

Splnění podmínek uvedených v §47 odst. 4 zákona

Práce není v rozporu s podmínkami §64 odst. 4 zákona.

Připomínky a dotazy recenzenta

- Nekonzistentní struktura první kapitoly „1. Úvod“. Podkapitoly mají jasně vymezený tematický obsah a nezapadají do kontextu „úvodu práce“.
- Strana 49 - „Na rozdělení metod zajištění (dále sanačních metod), používaných v ČR není konkrétní klíč.“ Upozorňuji na existenci veřejnosti přístupného „Informačního systému NEMETON 2013“, který komplexně řeší problematiku skalního řízení a sanačních opatření. Systém je určen nejen projektantům, ale i potenciálním zákazníkům, kteří hledají informace a možná řešení k různým formám stabilizace skalních stěn (<http://www.skalniriceni.cz>)

Další připomínky a dotazy se týkají „heuristického modelu plášťového tření“ v dalším textu *model*.

- *Model* je založen na silovém principu. Pro řešení plášťového tření zejména při delších délkách ukotvení zálivkou by byl vhodnější a objektivnější deformační model, neboť je obecně známo, že rozložení smykového napětí podél ukotvení na plášťových rozhraních není rovnoměrné ani nemá lineární průběh a vyvíjí se v závislosti na zatěžovací síle.
- Vysvětlení proč jsou uplatněny při odvození *modelu* současně RQD a GSI, když GSI zahrnuje RQD? (viz vzorce (47), (48) a nomogram na obr. 30)
- Zdůvodnění volby vstupních parametrů *modelu*. Proč nebyly také zohledněny průměr vrtu a pevnost hmoty zálivky, která tvoří rozhraní mezi kotevním prvkem a prostředím, když je do *modelu* zahrnuta USC prostředí, jež může být vyšší, než je pevnost zálivky.

- Rozporuplné hodnocení závislostí na obr. 92, které jsou výchozí pro odvození *modelu*. Na str. 94 se hovoří o „*dvou relativně silných závislostech*“, na str. 96 „*aproximace není příliš silná*“. Parametrem hodnocení závislosti jsou hodnoty koeficientů korelace (R^2), které jsou 0.262 a 0.130. Otázka zní, zda při takových hodnotách lze hovořit o závislosti? Jak věrohodný může být model založený na uvedených hodnotách koeficientů korelace.
- Strana 97 – vysvětlení účelu nově definovaného RQD_w a dále $RQD_{1..3}$. Pro délku upnutí menší nebo rovnou jednomu metru je uveden vztah $RQD_{1..d_b}$. Při délce upnutí $d_b=0,5$ m, se hodnota RQD_1 zmenší na polovinu. Může materiálový parametr RQD záviset na délce upnutí?
- Strana 100 - Vztah (66) obsahuje pět bezrozměrných iteračních koeficientů. Dva z těchto pěti koeficientů (k_1 a k_2) jsou v navazující citlivostní analýze ztotožněny s konkrétními fyzikálními parametry, kterými jsou UCS (k_1) a hustota (k_2). Ztotožnění jen na základě podobnosti hodnot koeficientů s hodnotami fyzikálních parametrů považují za velmi neobvyklé a nevědecké. Může doktorand podat exaktnější vysvětlení.
- Strana 102 – objasnění souvislosti mezi vztahy (68) a (11) „*Po dosazení faktorů $k_{1..5}$ do rovnice (11) dostaneme:*“ v textu následuje vztah (68).
- Strana 104 – Tabulka č. 32 „*Vstupní hodnoty pro generování pseudonáhodných proměnných*“. Hodnoty uvedené v tabulce byly odvozeny statistickým zpracováním z naměřených hodnot z provedených zkoušek. Je škoda, že doktorand tuto analýzu podrobněji nedokumentoval.
- Volba rovnoměrného rozdělení hodnot vstupních parametrů v heuristickém modelu není vhodná, neboť dává vstupním hodnotám stejnou pravděpodobnost výskytu, což v případě materiálových parametrů horninového prostředí neodpovídá skutečnému rozložení hodnot.
- Pro odvozené analytické závislosti stanovení plášťového tření (vztahy 65 a 68) a délku upnutí (vztah 73) mohla být – měla být rovněž provedena pro kontrolu jejich správnosti kontrola jednotek.

Vyjádření zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru

Disertační práci považuji za kvalitně zpracovanou jak po obsahové, tak i po formální stránce a je v souladu se standardně kladenými požadavky na disertační práce v technických vědách. Práce dokládá odbornou úroveň doktoranda i jeho schopnost samostatné tvůrčí práce. Cíl práce byl splněn, zvolené téma je aktuální. Experimentální část práce a výsledky z ní plynoucí jsou přínosem pro rozvoj poznání a aplikování v praxi s výjimkou současné podoby heuristického modelu.

Práci doporučuji k obhajobě

V Ostravě dne 31.7.2019

Katedra gec