



## Posudek disertační práce

Uchazeč \_\_\_\_\_ Ing. Tereza Hamouzová  
Název disertační práce \_\_\_\_\_ Výzkum vlivu krátkých vyztužených vláken  
\_\_\_\_\_ na mechanicko-fyzikální vlastnosti popílků  
Studijní obor \_\_\_\_\_ Konstrukce a dopravní stavby  
Školitel \_\_\_\_\_ Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc.  
Oponent \_\_\_\_\_ Ing. Roman Smolík, CSc.  
e-mail \_\_\_\_\_ smolik.roman@inset.com

### Aktuálnost tématu disertační práce

komentář:

Téma doktorské práce je v současné době velmi aktuální. Zpracování a výzkum jeho dílčích řešení je přínosné pro následné uplatnění popílků či jejich směsí ve stavební praxi. Využití popílků, a obecně i dalších vedlejších energetických produktů, se stále častěji aplikuje při budování zemních konstrukcí z vedlejších, tedy odpadních surovin, a to jednak v souvislosti s rostoucí náročností na úsporu klasických zemních a stavebních materiálů i dále s ohledem na výhody jejich použití, a to i přes určitá omezení z hlediska ochrany životního prostředí. Pro využití popílků je téma disertace, které se věnuje zlepšování popílků rozptýlenou výztuží krátkými vlákny velmi přínosné. Aktuálnost tématu disertační práce hodnotím jako nadprůměrné.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Splnění cílů disertační práce

komentář:

S ohledem na velmi širokou problematiku použití popílků ve stavebnictví bylo obecným cílem předložené disertační práce přispět k rozšíření možné aplikace popílků jako materiálu do zemních konstrukcí. Vytčení vyplývajících dílčích cílů disertační práce bylo pak zaměřeno na provedení rešerše stávajících podkladů, na vlastní laboratorní výzkum vybraných popílkových vzorků a na výpočetní analýzy vyztuženého popílků, včetně předložení návrhového přístupu a doporučení pro aplikaci v zemní konstrukci z vyztuženého popílků. Dále bylo cílem formulovat doporučení pro další výzkum daného tématu. Autorka uvádí vytčené cíle vlastní disertační práce v návaznosti na aktuální stav poznání v dané problematice. Lze konstatovat, že cíle disertační práce byly v rozsahu zadání disertace splněny.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Metody a postupy řešení

komentář:

Metody a postupy řešení disertační práce byly zvoleny a doktorandkou aplikovány v odborném zaměření i rozsahu práce jako přiměřeně odpovídající tématu i cílům disertace.

Metody disertační práce byly zvoleny věcně i odborně správně a zohlednily aktuální stav výzkumu dané problematiky. Domnívám se, že při zpracování disertace neměla autorka žádná řešitelská omezení, např. charakteru nedostatku či neaktuálnosti informačních zdrojů,

neodpovídajícího technického laboratorního vybavení, apod. Velmi kladně hodnotím metodickou provázanost vlastních analýz doktorandky, a to jak laboratorních zkoušek, tak analytických výpočetních postupů - na zpracovanou rešeršní část práce na straně jedné, tak na část aplikační na straně druhé.

Jednotlivá řešení úkolu na sebe navazují v logickém členění a postupně etapově rozvíjejí zpracovávané téma.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář:

Prvotním přínosem disertační práce je zpracování rešerše stávajících podkladů, zejména částí disertační práce věnovaných vyztužování popílků rozptýlenou výztuží a navrhování konstrukcí vyztuženými krátkými vlákny (odst. 3.3 a 3.4.2).

Výsledky disertace na základě laboratorního výzkumu i následných prací doktorandky jsou přínosem pro praxi a pro navrhování geotechnických konstrukcí, zejména v následujících disertačních závěrech a zjištěních:

- technologická zkušenost s mícháním suchého materiálu a s vytvářením shluků v suchém popílků, pravděpodobně elektrizací vláken (pozn. oponenta: v dalším výzkumu bude třeba ověřit toto chování i pro jiná, než použitá polypropylenová vlákna);
- ověření vlastností konkrétních materiálů aplikovatelných pro mikrovyztužování, a to popílků z elektrárny Mělník ČEZ a.s. a polypropylenových vláken výrobce Forta Corporation, včetně porovnání vlastností vyztužených i nevyztužených vzorků na základě laboratorních analýz;
- zjištění, že přidání vláken do popílků nemá zásadní vliv na jeho zhutnitelnost (pozn. oponenta: v dalším výzkumu bude účelné ověřit na statistickém vzorku technologických zkoušek);
- na zkušebních vzorcích byla ověřena skutečnost, že přidáním vláken analyzovaný elektrárenský popílek ztrácel křehké chování a měnil jej na chování duktilní;
- na základě laboratorního výzkumu bylo pro analyzovaný materiál konstatováno, že optimální poměr vláken se nachází mezi 1% a 2%, vztaženo k suché objemové hmotnosti (pozn. oponenta: v dalším výzkumu bude účelné tyto hodnoty ověřit laboratorně či polními zkouškami i pro více vyztužené materiály resp. pro další popílkové směsi);
- pro modelový příklad řešení zemní konstrukce je v disertační práci uveden výpočet přetvoření i stability, a to metodami MMRS i MKP. Násyp z popílků vyztuženého krátkými syntetickými vlákny byl porovnán s násypem z klasické zeminy – konstrukce z hlinitého štěrku. V modelu popílkového násypu byl uvažován kvazihomogenní materiál s náhradními smykovými parametry, stanovenými postupem podle energetického modelu. Analyzován byl u obou použitých zemních materiálů jak krátkodobý, tak dlouhodobý stav zemního tělesa. Bylo ověřeno, že násyp z vyztuženého popílků je stabilnější než násyp z hlinitého štěrku a že při použití vyztuženého popílků dochází v zemním tělese k výrazně, cca o 20% nižším deformacím.

Přínosem disertační práce je rovněž formulování dosud otevřených témat dané problematiky a odborná doporučení pro další výzkum. Žádoucí směr dalšího výzkumu autorka vidí především v provedení statisticky vyhodnitelného souboru laboratorních triaxiálních zkoušek vyztuženého popílků, dále ve výzkumu vyztužování popílkového stabilizátu z fluidního spalování či aditivovaného produktu ze spalování či odsíření. V dalším výzkumu se též doktorandka navrhuje zaměřit, kromě polypropylenů, na použití dalších materiálů pro výrobu vyztužných vláken.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

## Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář:

Využití popílků nachází ve stavebnictví již po delší dobu významné uplatnění; jedná se o problematiku dosud neuzavřenou, do značné míry i mezioborovou a v současné době vyžadující stálá inovativní řešení.

Technologie mikrovyztužování popílků rozptýlenými vlákny bezesporu takovou inovativní metodou pro geotechnickou praxi je. Prováděný výzkum je významný zejména s ohledem na velké spektrum použitelných materiálů i na různorodost i proměnlivost jejich technických vlastností.

Přínos doktorské práce i formulování závěrů provedeného výzkumu v předloženém rozsahu disertace hodnotím pro praxi i pro rozvoj vědního oboru jako pozitivní.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

## Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář:

Uspořádání disertační práce je logické a přehledné, zpracování textu, grafů a tabulek má dobrou úroveň.

Výhrady a připomínky oponenta k formální a jazykové úrovni práce se týkají pouze drobných nedostatků, které předloženou práci celkově neznehodnocují, avšak pro případ dalšího publikování práce jako celku nebo i jejích dílčích částí by měly být eliminovány:

1. některé formulace či označení nejsou zcela odpovídající technickému významu či obvyklým odborným názvům, z kontextu je však jejich význam zřejmý. Například: v textu odst. 3.1.1. je uvedeno „báze násypu“, avšak je popisováno podloží, resp. základová půda pod násypem; v téže části textu hovoří autorka o „mostních opěrách z vyztužené zeminy“, avšak se jedná o zeminu zabudovanou do přechodové oblasti mostu a zásypané materiály konstrukce mostních opěr; v odst. 4.3. autorka ztotožňuje „zemní pláň“ a „aktivní zónu“, což není v souladu s názvoslovím pozemních komunikací dle ČSN 73 6114; v rešerši dochází na některých částech textu nadbytečně prolínání stanovisek doktorandky a původních zdrojů (např. odst. 3.4., komentář k modelu dle Ranjan, 1996);
2. textové či tiskové chyby jsou v menším rozsahu, např. charakteru nesprávných odkazů (odst. 6.4.2), chybějících popisků tabulek (tab. 6.5) či nesouladu v uvedených číselných hodnotách a příslušném komentáři výsledků laboratorních zkoušek (odst. 6.5.2 či odst. 6.6.2); uvedení chybného symbolu či názvu zemina („Cl“ pro jílu s nízkou plasticitou, resp. neodpovídající název „jílu se střední plasticitou“ v odst. 7.2.1);
3. v textu jsou ojediněle též gramatické chyby i překlepy, místy i vyžadující věcné či formální erratum (např. na str. 1 je chybná datace vydání disertační práce – „leden 2017“ místo „leden 2018“, ve vzorci 3.12 je uveden součinitel „f\*“ místo součinitele „f“); v některých částech předloženého textu by bylo dle mého názoru vhodné precizovat, resp. konkrétní hodnotou kvantifikovat výsledky, věcná konstatování či hodnocení (eliminovat obecné formulace charakteru „...zeminy jsou schopny přenášek velké deformace“ či „...zlepšování je možné pouze do určité hodnoty procentuálního zastoupení vláken“ odst. 3.2 či v odst. 7.3.2 „nejnižší stupeň stability byl ve fázi dostavěná násypu, což odpovídá předpokladům a výsledkům analytického výpočtu“ bez uvedení číselné hodnoty tohoto stupně stability);
4. jako doporučení pro další práci s předloženým textem, příp. pro následné publikování disertační práce bych navrhl její doplnění o „Seznam použitých symbolů a značek“ a o „Přílohu: Protokoly provedených laboratorních geomechanických analýz a zkoušek“; v textu práce bych u všech publikovaných vzorců důsledně doplnil jednotky uvedených veličin.

I přes uvedené výhrady oponenta předložená disertační práce z hlediska formální úpravy a jazykové úrovně příslušné požadavky na formu zpracování disertační práce splňuje.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý



## Připomínky

Disertační práce je v úvodu zaměřena na elektrárenský úletový popílek, avšak v mnoha dalších částech se disertace věnuje popílku jako takovému; vhodné by bylo v úvodní či rešeršní části disertační práce zmínit původ a základní vlastnosti popílků a uvést též rozdílnosti dalších produktů vzniklých z granulačního či fluidního spalování a odsíření.

Rešerši by bylo vhodné doplnit o systém stávajících technických norem a platnou předpisovou základnu pro návrh a provádění staveb s využitím popílků a popelů, příp. uvést i podmínky a předpisová specifika daná pro jejich použití (autorka dle seznamu použité literatury i dle odkazů v textu disertační práce s těmito podklady pracovala).

Další moje připomínky mají spíše charakter námětů k odborné diskuzi či polemice. Například, i přes fakt, že použití popílků do násypových a zemních těles je aplikací vhodnou, hodnotím názor doktorandky na jejich výhledové použití do podkladních vrstev konstrukce vozovky (tedy místo vrstev MZK a ŠD) jako značně optimistický. Dále považuji možnost mísení vláken a popílků na stavbě pomocí domíchávacího zařízení pro dopravu betonu v praxi pouze jako omezeně realizovatelné – toto zařízení by bylo, dle mého názoru, vhodné pouze v případě menších např. experimentálních zemních těles; pro větší zemní práce bych za vhodné pokládal použití zemní frézy, které doktorandka v práci správně uvádí.

Z předložené práce je zřejmé, že se doktorandka tématu disertace věnovala s velkým odborným zájmem. Velmi kladně též hodnotím rozsah publikací autorky, vztahujících se k řešené problematice a domnívám se, že na předloženou disertaci budou moci další výzkumné či experimentální práce velmi dobře navázat.

## Závěrečné zhodnocení disertace

Souhrnně lze konstatovat, že předložená disertační práce Ing. Terezy Hamouzové představuje aktuální shrnutí problematiky a výzkumu vlivu krátkých vyztužených vláken na mechanicko-fyzikální vlastnosti popílků a obsahuje pro stavební praxi též nové využitelné výsledky.

Samostatná práce doktorandky prokazuje její dobré zvládnutí teoretického aparátu mechaniky zemin a mechaniky sypkých materiálů, dobrou orientaci při provádění laboratorních zkoušek i výpočetních řešeních a též dokládá její schopnost tvůrčího řešení odborné problematiky.

Předloženou disertační práci Ing. Terezy Hamouzové hodnotím jako hodnou k obhajobě jako práce doktorské.

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

Datum: 10.03.2018

Podpis oponenta: 