

## Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Radek PíchalNázev disertační práce Stabilita a únosnost vzpínadlových tlačených prutů z nerezové oceliStudijní program Stavební inženýrství /Konstrukce a dopravní stavbyŠkolitel prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.Oponent Ing. Jan Mařík, Ph.D.e-mail marik@konstat.cz

### Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Téma disertační práce je velmi aktuální, neboť obliba architektonicky exponovaných štíhlých konstrukcí významně roste. Vzpínadlové prvky jsou hojně využívány pro prvky prosklených fasád, střech či membránových konstrukcí, jež se uplatňují v čím dál větší míře.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Splnění cílů disertační práce

komentář: Cílem disertační práce je podrobný výzkum stability a únosnosti velmi štíhlých tlačených prutů z korozivzdorné oceli s jedním nebo dvěma kříži. Tento cíl je rozdělen do experimentální a teoretické části. Oběma cílům se uchazeč věnoval a jejich podstatu splnil.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Metody a postupy řešení

komentář: Uchazeč vycházel z již realizovaných experimentů (zatěžovacích zkoušek) tlačených vzpínadlových sloupů, ke kterým připojil vlastní materiálové zkoušky z prvků použitých pro hlavní experiment. Dále analyzoval dosavadní výzkum obdobných konstrukcí a připojil vlastní analytické řešení pro sloupy se dvěma kříži. Na základě porovnání provedených experimentů s nově vytvořeným numerickým modelem a jeho validace provedl uchazeč parametrickou studii závislosti předpínací síly v tahových prvcích a velikosti imperfekcí centrálního prutu na výslednou únosnost tlačeného sloupu pro varianty: vzpínadlový sloup s jedním křížem a pevným připojením tahových prvků, vzpínadlový sloup s jedním křížem a kluzným připojením tahových prvků a vzpínadlový sloup se dvěma kříži a pevným připojením tahových prvků.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Přínosem práce je ověření již publikovaných závěrů teoretického modelu pro tlačený vzpínadlový sloup. Publikované výsledky rovněž demonstrují složitost působení a de facto i návrhu tohoto konstrukčního uspořádání. Disertační práce potvrdila předpokládané významné faktory ovlivňující chování vzpínadlového sloupu jako materiálovou nelinearitu, velikost a tvar imperfekcí, vliv uložení konců táhel či vliv přidání druhého kříže ke sloupu. Vzhledem ke komplexnosti celého tématu je použita řada zjednodušení. Řešením i dalších kombinací okrajových podmínek by bylo možné téma více rozvinout a vyvodit další závěry.

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

### Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Předložená práce shrnuje dosavadní výzkum v této oblasti a nastiňuje úskalí návrhu vzpínadlových sloupů. Dále rozšiřuje poznatky o únosnosti ovlivňovanou imperfekcemi a velikostmi předpínacích sil a nastiňuje témata pro další výzkum.

Práce nenaznačuje jasná pravidla a doporučení pro inženýrskou praxi v oboru navrhování ocelových konstrukcí.

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

### Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Práce je psaná českým jazykem na odpovídající úrovni s logickým členěním a přehlednou strukturou. Obsahuje popsané obrázky, tabulky, zdroje a je celkově srozumitelná. Drobné překlepy, nekonzistence ve stavbě textu a odkazech (např. neuvedení všech zdrojů použitých pro analytické řešení), neuvedené citované zdroje (např. citovaná literatura [40]) atp. nesnižují předloženou práci.

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

### Připomínky

Uvedené připomínky mají sloužit pro diskuzi nad tématem či osvětlení dílčích závěrů uvedených v práci.

1) K tahovým zkouškám:

Str. 41: Proč byla zkouška řízena silou a ne posuvem? Tradičně se korozovzdorné oceli zkouší řízením konstantní deformací, protože jinak výsledky zkoušek vykazují vyšší hodnoty napětí.

Str. 41: Skutečně nemohly být vzorky s výřezy (menší plochou než samotná trubka) zkoušeny na menším trhacím stroji s neopotřebovanými čelistmi a lepším záznamem zkoušky (např. MTS Qtest 100)?

Str. 41: Autor zmiňuje pružnou část pracovního diagramu. Jaká část je tím míněna? Obecně je známo, že kompletně celý pracovní diagram korozivzdorných ocelí je nelineární.

Str. 41: Autor zmiňuje, že u vzorků trubky TR 25x1,5 byly fóliové tenzometry odlepeny v průběhu zkoušky a tím nebylo možné doměřit pracovní diagram do meze pevnosti. Skutečně byly použity tenzometry, které umožňují měřit takový rozsah protažení? Na fotce na str. 42 je vidět použitý extenzometr. Z něj nebylo možné záznam použít?

Str.43: U vzorku z větší trubky TR 50x2 je uvedeno, že byla dosažena téměř maximální síla stroje. Ten měl deklarovanou kapacitu 400 kN. Celá trubka TR 50x2 má plochu 301,6 mm<sup>2</sup>. Jednoznačně tedy nelze při zkoušce dosáhnout hodnoty 400 kN. Nebyla hodnota zaměněna?

Str. 45: Jak byla vypočtena zprůměrovaná smluvní mez kluzu 434,1 MPa. Z naměřených hodnot se zdá být průměrná hodnota nižší.

Str. 45: Čím si autor vysvětluje zvýšenou mez kluzu materiálu 1.4301 oproti tabulkové hodnotě z normy 190 MPa (pro profily)?

Str. 45: Jaký byl postup pro vyhodnocení počátečního modulu pružnosti?

2) K analytickému a numerickému modelu:

Str. 68 a dále: Autor uvažuje s lany jako lineárně pružným materiálem. Může se projevit jejich nelineární pracovní diagram, vliv počáteční příčné deformace drátů v lanu atp.?

Obecně: Jak vypadaly průběhy závislosti zatížení sloupů na deformaci? Resp. jaké bylo kritérium pro stanovení hodnoty únosnosti pro konkrétní model?

Obecně: Jakých hodnot poměrných přetvoření a napětí dosahoval materiál při simulacích?

Obecně: Lze porovnat chování předpínaných sloupů z korozivzdorné oceli a běžné uhlíkové oceli nebo jejich kombinace (např. sloup a kříž z běžné oceli a táhla z korozivzdorné oceli)? Jak velký je vliv nelinearity pracovního diagramu korozivzdorné oceli?

Obecně: Jaké byly svislé (resp. axiální) deformace sloupů při definování únosnosti? Existují nějaká doporučení, jak tyto deformace zohledňovat při výpočtu navazujících (podporovaných) konstrukcí?

3) K závěrům:

Str. 105: Je možné poskytnout nějaká doporučení pro inženýrskou praxi, např. konstrukční pokyny, doporučení, postupy montáže, odkazy na příručky atp.?

Str. 106: V námětech na další výzkum se neobjevuje řešení problematiky např.:

- tuhosti předpínaných prvků křížů,
- voby předpínacích prvků a jejich pracovního diagramu (lano či táhlo),
- vliv kmitání lan či táhel od větru a únavy,
- vlivu teploty,
- vlivu otlačování lana na sedle kříže,
- postupu montáže a předpínání.

Znamená to, že výše uvedené je již uspokojivě vyřešeno a je možné nalézt odborná stanoviska či inženýrská doporučení, byť jen třeba pro sloup s jedním křížem?

### **Závěrečné zhodnocení disertace**

Předložená disertační práce se věnuje aktuálnímu tématu ocelových štíhlých předpínaných konstrukcí a přináší vhled do jejich složitého působení. Práce rovněž splňuje požadavky kladené na disertace z hlediska vědecké úrovně a jazykové formy.

**Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.**

**ano**

**ne**

Datum: 09.08.2021

Podpis oponenta: .....