



## Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Filip Řehoř

Název disertační práce Stabilita ocelobetonového mostního nosníku

Studijní obor Konstrukce a dopravní stavby

Školitel prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc.

Oponent prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc.

e-mail melcher.j@fce.vutbr.cz

### Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Téma disertace řeší závažné problémy analýzy a metod navrhování nosných konstrukčních systémů se zřetelem na otázky jejich odolnosti, spolehlivosti i efektivnosti. Konkrétní zaměření práce je cíleno na silniční mosty s ocelobetonovou konstrukcí tvořenou ocelovými I-nosníky spřaženými v horní úrovni s železobetonovou deskou. Tyto systémy jsou technicky výhodné, a to především s ohledem na jejich nízkou hmotnost a rychlost vystavby. V uvedeném smyslu lze téma disertace považovat za mimořádně aktuální.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Splnění cílů disertační práce

komentář: Cíle disertační práce jsou formulovány v kap. 9 disertace. Na základě numerické studie jsou cíle práce orientovány na zhodnocení používané návrhové metody pro model U-rámu s doporučením konkrétních opatření pro zpřesnění návrhu a rozpracování konkrétních procedur k vytváření pokročilých modelů pro analýzu metodou konečných prvků.

Vystupy disertace jsou orientovány prakticky. Proto se autor soustředil na modelování dvojice nosníků (celý U-rám), která je zatížena spojitým rovnoměrným zatížením, což nejvíce odpovídá extrémnímu zatížení silničních mostů.

V rámci disertační práce je zpracována parametrická studie dvojice I-nosníků spřažených se společnou betonovou deskou opatřených výztuhami stěn a příčnými rámovými ztužidly. Cílový model je znázorněn na obr. 19, str. 35 disertace.

Stanovené cíle disertace a jejich dosažení jsou shrnuty v kap. 16, odkud je zřejmé, že cílové záměry byly naplněny.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Metody a postupy řešení

komentář: Pro tvorbu numerických modelů řešeného systému byl zvolen software Abaqus (verze 6.10), a to s použitím standardních 3D prvků pro betonovou desku a prvků shell pro ocelové nosníky. V rámci předběžné studie byl analyzován model dle obr. 23, na str. 42 disertace. Poznatky z předběžné parametrické studie byly následně využity při komplexní parametrické analýze dvojice ocelových nosníků se spřaženou betonovou deskou ve smyslu obr. 36, na str. 59 disertace. Mimořádně početný přehled analyzovaných modelů shrnuje tab. 6, na str. 60 disertační práce.

Z obsahu disertační práce je zřejmé, její autor ovládá moderní numerické metody umožňující

efektivně analyzovat skutečné působení složitých konstrukčních systémů s uvážením různých typů parametrů i geometrických a materiálových imperfekcí.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Se zohledněním poznatků z validace byly vytvořeny výsledné modely parametrické studie. Bylo analyzováno celkem 21 modelů. Jejich analýza probíhala vždy ve třech krocích:

- 1) Lineární stabilitní analýza modelu se zesílenou stojinou a potlačenými výztuhami pro získání tvaru geometrické imperfekce.
- 2) Lineární stabilitní analýza realistického modelu pro získání kritického momentu.
- 3) GMNIA (geometricky a materiálově nelineární analýza s imperfekcemi), do které byly zadány geometrické a materiálové imperfekce a která poskytla informace o chování modelů při reálném zatěžování pro definování únosnosti v klopení.

Výstupy předběžné i parametrické studie z lineární stability analýzy i GMNIA (z výše uvedených kroků 2 a 3) byly vyhodnoceny a byl určen vliv jednotlivých parametrů studie na vlastní čísla, tvary a kritický moment a dále na únosnost při klopení.

Výsledky disertace, přínosy disertanta a dosažené cíle práce shrnuje kap. 16. Je uvedena konkrétní řada dílčích návrhů a doporučení vycházejících ze závěrů disertační práce.

Závažná jsou např. doporučení pro úpravu návrhového postupu dimenzování mostních systémů uvažovaného typu. Z výsledků parametrické studie vyplývá, že distorzní klopení spřaženého nosníku nad vnitřní podporou nenastává při určitých definovaných parametrech průřezu, kdy lze ustoupit od posouzení vlivu klopení na únosnost.

Na základě dalšího závěru byl pak upraven vztah pro křivku klopení. Pro aplikaci výše uvedených kritérií a upraveného postupu, musí být splněny podmínky odpovídající modelům parametrické studie, tj. nad podporou musí být provedeno tuhé ztužidlo a stojina nosníku musí vyhovět na účinky boulení. Aplikace této upravené metody by měla pozitivní dopad na zjednodušení návrhového postupu a na zvýšení návrhové únosnosti.

Za významný přínos disertace považuji rovněž ilustraci a zvládnutí využití moderních numerických metod a programových systémů při analýze a verifikaci spolehlivosti a odolnosti složitých nosných konstrukčních soustav.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Výsledky disertace vycházejí z požadavků reálného působení mostních nosných soustav, jež jsou řešeny v návaznosti na dosavadní poznatky teorie a výzkumu, na které je v textu disertace podrobně odkazováno. Výběr uspořádání konstrukčního systému spřažených ocelobetonových mostů a jejich teoretické řešení má tedy bezprostřední význam pro praxi i pro rozvoj příslušného vědního oboru.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Text disertace má přehledné členění, obsahuje názornou grafickou i tabelární dokumentaci a její formální úprava je tedy vyhovující. Rovněž její jazyková úroveň i terminologie je nadprůměrná.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

## Připomínky

- a) Výklad v odst. 2.1 označující klasické klopení termínem "torzní klopení" by bylo účelné pouze formálně upřesnit. Z obr. 2 na str. 9 je zřejmé, že se jedná o základní problém klopení nosníku zahrnující vybočení ohybem kolmo k rovině větší tuhosti průřezu při současném zkroucení (bez změny tvaru průřezu). V novém Eurokódu i obecně v teorii klopení je tato forma vzpěru nosníku při ohybu označována termínem "flexural-torsional" beam buckling, tj. ohybově-torzní klopení nosníku. Termín čistě "torzní" vybočení by se tedy měl vztahovat pouze k vybočení dvouose symetrického průřezu okolo středu smyku při osovém tlaku.
- b) Koncepti terminologie klopení ve smyslu předcházejícího odst. a) by bylo vhodné aplikovat i v rámci obsahu v úvodu kap. 15 na str. 91 disertace.
- c) Výsledky doložené v disertaci (např. grafy v obr.41 na str.68 a na obr. 52, resp. obr. 53, na str. 76 a 77, na obr. 54 na str. 80, aj.) naznačují, že uvažované počty analyzovaných modelů nejsou vždy přesvědčivé. V odst.16.3. "Návrhy na další výzkum" je si autor tohoto problému vědom a pro zobecnění závěrů disertace doporučuje následně rozšířit počet řešených modelů.

## Závěrečné zhodnocení disertace

Téma disertace řeší závažné problémy analýzy a metod navrhování nosných konstrukčních systémů se zřetelem na otázky jejich odolnosti, spolehlivosti i efektivnosti. Konkrétní zaměření práce je cíleno na silniční mosty s ocelobetonovou konstrukcí tvořenou ocelovými I-nosníky spřaženými v horní úrovni s železobetonovou deskou.

Výsledky disertace vycházejí z požadavků reálného působení mostních nosných soustav, jež jsou řešeny v návaznosti na dosavadní poznatky teorie a výzkumu, na které je v textu disertace podrobně odkazováno. Výběr uspořádání konstrukčního systému spřažených ocelobetonových mostů a jejich teoretické řešení má tedy bezprostřední význam pro praxi i pro rozvoj příslušného vědního oboru.

Za významný přínos disertace lze považovat rovněž ilustraci a zvládnutí využití moderních numerických metod a programových systémů při analýze a verifikaci spolehlivosti a odolnosti složitých nosných konstrukčních soustav.

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

Datum: 18. února 2019

Podpis oponenta: 