

doc. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky
Ludvíka Podéště 1875/17
708 33 Ostrava - Poruba

Oponentský posudek disertační práce Ing. Ondřeje Kiky s názvem:

Kmitání štíhlých mostních konstrukcí

Oponentský posudek je vypracován v bodech, které jsou požadovány podle žádosti 411/2015.

a) Aktuálnost tématu disertační práce:

Předložená disertační práce se zabývá analýzou a srovnáním výsledné odezvy štíhlých mostních konstrukcí – lávek, na různé zatěžovací modely představující působení chodců. Pro výpočet byl použit komerční software ANSYS, založený na metodě konečných prvků, a program OptiSlang, umožňující provádět citlivostní analýzu, multidisciplinární optimalizaci návrhu a vyhodnocení robustnosti posuzované konstrukce. Podstatnou část práce také tvoří posouzení a analýza použití možných tlumičů kmitání pro redukci kmitání sledovaných štíhlých mostních lávek.

Problematika štíhlých mostních konstrukcí v souvislosti s dynamickými jevy je v současnosti často skloňované téma. Stále se objevující poruchy a poruchové stavy na reálných konstrukcích vyžadují, aby se zkoumání těchto jevů v rámci vědecko-výzkumné činnosti věnovala patřičná pozornost. **Námět disertační práce proto hodnotím jako velmi přínosné a vysoce aktuální téma.**

b) Splnění stanovených cílů:

Cíle disertační práce byly přehledně definovány v kapitole (části) 2 na str. 48. Práce si klade za cíl zejména:

- Srovnání odezvy konstrukcí lávek určené programem ANSYS na různé zatěžovací modely chodců, přičemž se rovněž určí extrémní hodnoty odezvy závislé na parametrech chůze chodců programem OptiSlang.
- Testování a srovnání zvolených modelů chodců (dva synchronně jdoucí chodci, příp. čtyři dvojice) s využitím FEM a modelů zjednodušených konstrukcí „lehké“ a „těžké“ lávky a konstrukcích visutých a zavěšených lávek.
- Sledování komfortu (velikost zrychlení konstrukce) při přechodu chodců lávky pro model s pevnou polohou sil a pro modely s proměnnou polohou sil. Stanovení situací s potřebou možné instalace tlumičů nadměrného kmitání s příslušnou modální analýzou.
- Sledování závislosti mezi hmotností konstrukce a její citlivostí na zatížení chodci.

Práci jsem pečlivě prostudoval a mohu **konstatovat, že stanovené cíle práce byly splněny v rozsahu, který odpovídá požadavkům kladeným na disertační práce s podobným tematickým zaměřením.**

c) Postup řešení problému a výsledky disertace s uvedením konkrétního přínosu doktoranda:

Hlavní závěry práce, které představují konkrétní přínos disertanta danému vědnímu oboru, jsou uvedeny na str. 126 a 127. Namátkou uvádím:

- Byl zkoumán vliv výběru modelu zatížení nahrazující pohybující se chodce na konstrukci lávky. V případě nadměrného kmitání konstrukce byl zkoumán vliv výběru tlumicích prvků na odezvu. FEM modely konstrukcí zavěšených a visutých lávek byly vytvořeny v programovém systému ANSYS. Odezva podle výběru modelu zatížení chodce byla řešena jako harmonická analýza, popřípadě byla vypočtena přímou integrací pohybových rovnic. Pro určení extrémní odezvy při působení sil s proměnnou polohou modelující účinek chodců byl využit program OptiSlang.
- Byly vytvořeny modely chodců, které byly aplikovány na vytvořené numerické modely analyzovaných konstrukcí. Parametry chůze vyvolávající extrémní odezvu na konstrukci byly zjištěny pomocí parametrických výpočtů v programu OptiSlang. Srovnání a analýza dosažených výsledků vede k velmi přínosným zjištěním (např., že odezva konstrukcí na modely chodců založených na harmonických silách vede často k nadhodnoceným výsledkům a je závislá na hmotnosti konstrukce).
- Byla provedena analýza výsledků u použitých modelů konstrukcí a zatížení chodci. Dosažené závěry jsou z hlediska zkoumání takto dynamicky namáhaných konstrukcí lehkých lávek opět velmi cenné – např., že maximální odezva nenastane při chůzi s budící frekvencí shodnou s vlastní frekvencí lávky, ale při frekvenci o něco nižší.
- Byla provedena analýza maximálních hodnot odezvy konstrukcí z hlediska komfortu chodců na konstrukci. Jako velmi hodnotný výstup této práce považuji provedení rozboru pro jakou skupinu synchronizovaných a nesynchronizovaných chodců jsou stanovená kritéria splněna, a kde je potřeba uvažovat o instalaci zařízení k redukci kmitání. Toto doporučení se opírá i o zjištění, že u zavěšené konstrukce lávky lze vhodnými tlumiči dosáhnout snížení kmitání sedminu až devítinu, resp. u visutých lávek snížení kmitání na čtvrtinu až pětinu.
- Bylo zjištěno, že pro optimální návrh lávky pro pěší je třeba použít vhodnější model chodců odpovídající jejich pohybu podél mostovky, u kterého je nutné určit parametry chůze vyvolávající nejnepříznivější odezvu. Souhlasím s tvrzením, že použití zjednodušeného postupu při řešení odezvy je mnohdy konzervativní a může vést k zbytečnému navýšení ceny navržené realizace.

Při řešení zadání práce disertant využil přiměřené nástroje pro matematické i pravděpodobnostní modelování. **Zvolené postupy řešení stanovených cílů i výsledky dosažené v rámci disertační práce lze tedy považovat za přiměřené a správné.**

d) Význam pro praxi nebo pro rozvoj vědního oboru:

Práce zcela nepochybně rozšiřuje stav poznání v problematice analýzy dynamického chování štíhlých mostních konstrukcí – lávek, správné definice zatížení chodce a návrhu vhodného zařízení pro tlumení kmitání konstrukce. **Poznatky, které byly získané v rámci řešení disertační práce, proto považuji pro praktické využití jako žádoucí a velmi přínosné.**

e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň:

Předložená práce je na vysoké jazykové i formální úrovni s minimem jazykových chyb a formálních nedostatků, které nemají na vysokou odbornou úroveň předložené práce nepatrný vliv. Namátkou uvádím alespoň:

- Odborný text by měl být veden zejména v odosobnělé rovině. Např. námtkou vybraná věta na str. 44: „V prostředí OptiSlangu načteme první připravenou dávku, kde označíme hodnoty jednotlivých vstupních parametrů (například tuhost, hmotnost), se kterými budeme pracovat.“ by měla znít např. „V prostředí OptiSlangu lze načíst první připravenou dávku, ve které je nutné označit hodnoty jednotlivých vstupních parametrů (například tuhost, hmotnost), se kterými se bude pracovat.“ V textu se občas nachází drobné prohřešky v interpunkci (v uvedené větě opraveno). Občas bych pro lepší udržení myšlenky doporučil některá souvětí zkrátit, resp. rozdělit na kratší celky, příp. nepatrně upravit slovosled.
- V textu jsou až na malé výjimky (např. názvy funkcí (např. „sin“ – vztahy 1.2 až 1.4, resp. „cos“ ve vztahu 1.10 a „ln“ ve vzorcích 1.34 a 1.37, by měly být formátovány kolmým písmem a nikoliv kurzívou) dodržena pravidla pro formátování aritmetických výrazů podle ČSN ISO 80000 – Veličiny a jednotky.

f) Doplnující otázky a komentáře:

V souvislosti s hodnocením disertační práce uvádím své otázky, připomínky i komentáře v následujících bodech:

- Práce obsahuje v souvislosti s využitím výsledků v praxi mnoho užitečných závěrů a doporučení. Přesto bych požádal disertanta, zdali by se v průběhu obhajoby nepokusil o sumarizaci dosažených zjištění a stručně nadeřinoval doporučený postup pro projektanty mostních konstrukcí, jak postupovat v případě návrhu štíhlých lávek pro pěší z hlediska stanovení účinku zatížení chodci, odpovídající odezvy konstrukce, resp. návrhu opatření pro redukci kmitání.
- Jedním ze závěrů disertační práce je doporučení provést na realizované konstrukci dynamickou zkoušku za účelem ověřit spolehlivost návrhu z hlediska možných nejistot výpočetního modelu a zvoleného zatížení, s čímž nelze nesouhlasit. Jaký je v tomto ohledu názor disertanta na možnost použití pravděpodobnostních postupů pro numerickou simulaci těchto dynamických zkoušek vč. pravděpodobnostního vyjádření zatížení chodci?
- Závěrem bych rád zhodnotil publikační činnost disertanta, která se opírá zejména o 10 uvedených článků a prací. Kromě uvedené diplomové práce se v případě sedmi publikací jedná o příspěvky na konferenci Juniorstav (VUT v Brně). Následují 2 příspěvky na mezinárodní konferenci 70 roků SvF STU v Bratislavě a 12. mezinárodní vědecké konferenci (opět VUT v Brně). Pozitivně hodnotím tematické zaměření těchto publikací v souladu s předloženou disertační prací. Vzhledem k absenci jediné hodnotnější reference obsažené v databázích Scopus nebo WOS i k samotnému faktu, že kvalitní prezentování výsledků vlastní badatelské činnosti patří neodmyslitelně k činnosti studentů doktorského studia, považuji publikační činnost disertanta za nedostatečnou. Předložená práce přitom pro vznik článku v některém z hodnotnějších vědeckých periodik poskytuje dostatek kvalitních podkladů.

g) Závěrečné zhodnocení:

Jedná se o kvalitní disertační práci, která nepochybně přispívá k rozvoji řešené problematiky. **Doporučuji proto, aby byla disertační práce přijata, a aby byl po úspěšné obhajobě Ing. Ondřeji Kikovi udělen titul Ph.D.**

V Ostravě, prosinec 2015


doc. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.