

Názov práce: **Experimentálna dynamika lanových konštrukcií**

Autor: **Ing. Róbert Šoltýs, PhD.**

Odbor habilitačného konania *inžnierske konštrukcie a dopravné stavby*

Akad. rok: **2021/2022**

a inauguračného konania:

Oponent: **prof. Ing. Michal Polák, CSc.**

Pracovisko oponenta: **ČVUT v Praze, Fakulta stavební**

KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE

AKTUÁLNOSŤ ZVOLENEJ TÉMY HABILITAČNEJ PRÁCE:

Téma posuzovanej habilitačnej práce je zaměřeno na dynamiku lanových konštrukcií, na teoretickú analýzu, na experimentálnu vyšetřováciu jejich modálnych charakteristik (vlastných frekvencií, vlastných tvarů a útlumu) a na dlhodobé monitorování jejich dynamického chování. Zvolené téma habilitačnej práce je aktuální. V dnešní době narůstá počet významných stavebních konštrukcií, jejichž stavební stav je soustavne sledován již od okamžiku jejich uvedení do provozu. Často je monitoring zaměřen na dynamické chování a na změnu základních dynamických charakteristik těchto stavebních konštrukcií se základním cílem zachytit vznik nežádoucí závady nebo poruchy sledované stavby dříve, než by se tak stalo na základě běžného pozorování jejich uživatelů nebo pravidelně prováděné vizuální prohlídky její nosné konstrukce. Zároveň je výhodné jako výchozí stav pro monitorování využít výsledky podrobnějšího experimentu provedeného před uvedením stavby do provozu. A právě tato problematika je předmětem posuzovanej habilitačnej práce.

METÓDY SPRACOVANIA HABILITAČNEJ PRÁCE:

Posuzovaná habilitačnej práce je rozdělěna do šesti základních částí. V úvodu jsou shrnuty teze habilitačnej práce. V druhé části je uveden přehled současného stavu řešené problematiky. V šesté části práce jsou pak shrnuty základní poznatky uchazeče získané během řešení dynamiky lanových konštrukcií.

Metody použité při naplňování jednotlivých základních cílů habilitačnej práce jsou uvedeny ve třetí části, kde jsou stručně popsány dvě numerické metody (Lanczosova metoda a Newmarkova metoda), které byly využity při výpočtech svázaných s řešením problematiky popsané v habilitačnej práci. Ve čtvrté části jsou podrobněji rozloženy metody experimentální dynamiky, které jsou implementovány do vyhodnocovacích počítačových programů sestavených uchazečem. V páté, podle mne stěžejní části práce, je popsána teoretická a experimentální analýza kmitání původní a nové konstrukce lanové střechy zimního stadionu v Prešově, při které byly využity mimo jiné výše zmíněné uchazečovy programy.

Metody aplikované při zpracování problematiky posuzovanej habilitačnej práce považuji za vhodné a odpovídající současné úrovni poznání.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY HABILITAČNEJ PRÁCE A NOVÉ POZNATKY:

Výsledky popsané v habilitačnej práci mají význam jak pro rozvoj oboru a další vědecké bádání, tak i pro technickou praxi. Každá stavební konstrukce je unikátní, proto jsou přínosné především výsledky v Kap. 5, ve které jsou shrnuty poznatky získané při teoretické a experimentální analýze původní a zejména nové lanové střechy zimního stadionu v Prešově. V této kapitole je také popsán monitorovací systém instalovaný na nové zastřešení, který umožňuje on-line sledovat 46 důležitých parametrů její nosné konstrukce (síly v nosných a předpínacích lanech, teplotu a úroveň kmitání střechy) a také rychlost a směr větru. Jako výchozí stav pro soustavne sledování střechy byly využity výsledky experimentu popsaného v Kap. 5, který byl realizován po dokončení střechy před opětovným uvedením stadionu do provozu. Instalace a aplikace monitorovacího systému zařadila konstrukci nové lanové střechy zimního stadionu v Prešově mezi soustavne monitorované významné stavební konstrukce.

PRÍNOS PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY A TECHNIKY (UMENIA):

Uchazeč v závěru práce uvádí jeho ideu, že oblast experimentální dynamiky ve stavebnictví zažije rozmach a stane se běžnou součástí náročnějších staveb. Já s ním souhlasím, že velmi rychlý rozvoj informačních technologií, které již pronikly do každého odvětví, tyto tendence velmi podporuje. Výsledky posuzovanej habilitačnej práce ukazují, jak postupovat v ideálním případě při přípravě a instalaci monitorovacího systému významné stavební konstrukce. Demonstrují moderní přístup k využití neustále se rozvíjejícího internetového připojení pro dálkový přístup k monitorovacím měřicím ústřednám a pro sběr naměřených údajů o sledované konstrukci, který vede ke snížení nároků na vizuální prohlídky a kontroly její nosné konstrukce.

PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K HABILITAČNEJ PRÁCI:

Posuzovaná habilitačnej práce je po odborné i formální stránce napsána kvalitně. V práci jsem našel pouze několik drobných nedostatků a překlepů:

- (Str. 14) V 4. odstavci je překlep „dynmaiku“.
- (Str. 17) V 4. odstavci je překlep „s uzavretým prierezov“.
- (Str. 18) V 1. odstavci je použit chybný pád „Nepriaznivému vplyvu dotvarovania možno predísť dostatečnému začiatočnému predpätiu.“
- (Str. 27) Na začátku věty pod vzorcem (24) je použito slovo „Ssingulárnym“.
- (Str. 67) V 4. odstavci je překlep: „Samotnej experimentalne dynamike sa okrajovo venujeme....“.

OTÁZKY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE:

K odborné stránce habilitační práce mám tyto poznámky, připomínky a dotazy:

- (Str. 25) Jaký je názor uchazeče na citlivost modálních parametrů konstrukce na závady a poruchy lanových konstrukcí a stavebních konstrukcí obecně?
- (Str. 27) Mezi běžně používanými typy buzení v metodě EMA je v práci uvedeno „budenie osobami“. Jakým způsobem je možné v tomto případě buzení získat informaci o vstupním signálu – budící síle?
- (Str. 30) Jak přesně je myšlena věta: „Absolutná hodnota analytického signálu má význam obálky reálné části.“ A to zejména v souvislosti se vzorcem (32)?
- (Str. 30 a Str. 28) Jak přesně je definován parametr p_2 v aproximační exponenciální funkci? Ovlivňuje parametr p_1 vyhodnocované hodnoty útlumu?
- (Str. 28) Dotaz k textu uvedenému v 1. odstavci Kap. 4.1: Jaký je názor uchazeče na přesnost vyhodnocených hodnot útlumu a na porovnávání útlumu z různých měření?
- (Str. 36) Vzorce (42), (43), (44), (45) a (47) jsou v práci uvedeny s chybou.
- (Str. 39) Dotaz k teoretickému modelu: Síla v lanech ovlivňuje tuhost střechy a tím i její vlastní frekvence. Cílová hodnota velikosti síly v předpínacích lanech byla skutečně 0,1 kN? U nové střechy byla cílová hodnota předpínací síly v předpínacích lanech řádově vyšší (30 kN, viz Str. 55).
- (Str. 41) Na Obr. 14 a Obr. 15 vzdálenější polovina modelu původní střechy v 1. vlastním tvaru na jedné polovině půdorysu prakticky nekmitá na rozdíl od výsledků výpočtu, který byl proveden na modelu nové střechy (viz Obr. 31 na Str. 55), a experimentu na nové střeše (viz horní obrázky na Str. 58). Parametry původní střechy nebyly symetrické?
- (Str. 42) Jak přesně bylo pracováno se signálem odezvy jednoho ze snímačů, který byl použit jako náhrada budícího signálu při vyhodnocování výsledků z EMA metody?
- (Str. 47, Obr. 22 a 23) Útlum pro jednotlivé vlastní frekvence se u stavebních konstrukcí často do určité míry liší. Útlum pro původní střechu byl vyhodnocen jako celkový?
- (Str. 48, Obr. 25) Jak přesně je myšlena veličina „damping ratio“? Např. v bodu P3 (pozice v obrázku [4,2]) jsou uvedeny hodnoty Damping 40,91% a Damping ratio 0,0836.
- (Str. 50 a Obr. 27 na Str. 52) Omezilo umístění bodů M01 a M02, ve kterých byla zavěšena hmota použitá k rozkmitávání konstrukce, na osu symetrie konstrukce rozsah vyhodnocených vlastních frekvencí a vlastních tvarů?
- (Str. 55) Co je základní příčinou skutečnosti, že nová konstrukce střechy má $f_{0,1} = 0,578$ Hz podstatně nižší než střecha původní, kde je $f_{0,1} = 2,5$ Hz?
- (Str. 64, vzorec (48)) Na základě použitého značení předpokládám, že vzorec (48) pro výpočet odchylky dvou porovnávaných vlastních frekvencí byl převzat z ČSN 736209 Zatěžovací zkoušky mostních objektů, kde je použit jako jedno z kritérií dynamické zkoušky posuzující shodu mezi zkouškou zjištěnými a výpočtem stanovenými charakteristikami vlastního kmitání nosné konstrukce zkoušeného mostu. $f(j)$ cal je v ČSN definováno jako j-tá vypočtená vlastní frekvence (ověřovaná vlastní frekvence).
- (Str. 65, Tab. 8) Mezní odchylky vlastních frekvencí uvedené v Tab. 8, jsou stanoveny nikoliv v nyní platné STN 736209 ale v ČSN 736209, do které byly v této podobě vloženy v roce 2005. A jsou zamýšleny jako kritérium pro posouzení výsledků dynamické zkoušky mostních objektů. Pro jiné stavební konstrukce v České republice platí ČSN 732044 Dynamické zkoušky stavebních konstrukcí, aktuálně platná revize této normy je z roku 2019. Zde jsou pro konstrukce z hlediska dynamiky složité, mezi které jsou mimo jiné zařazeny lanové předpjaté konstrukce a konstrukce s nelineárními závislostmi, stanoveny mezní odchylky prvních pěti vypočtených a odpovídajících změřených vlastních frekvencí 15, 20, 25, 30 a 35 %, které jsou benevolentnější než pro mosty. Shodně to bylo stanoveno i v předchozím znění této tehdy ještě československé normy z roku 1983. Nicméně na Slovensku byla norma STN 732044 revidována v roce 2014 a já neznám přesné znění této revize.

SPLNENIE SLEDOVANÝCH CIEĽOV HABILITAČNEJ PRÁCE:

Souhrnným cílem posuzované habilitační práce je vytvoření metodologie pro experimentální a teoretickou analýzu visutých lanových střech a její praktická aplikace na existující konstrukci střechy zimního stadionu v Prešově.

V 1. kapitole habilitační práce uchazeč tento souhrnný cíl rozdělil do podrobněji rozepsaných sedmi základních a jednoho dílčího cíle. Všechny cíle vytyčené v habilitační práci považuji za splněné.

CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE A ZÁVER:

Ing. Róbert ŠOLTÝS, Ph.D. předloženou habilitační práci jednoznačně prokázal svou vědeckou kvalifikací a odborné zvládnutí problematiky (ve smyslu paragrafu 1 Vyhlášky MŠ SR č. 246/2019 ze dne 22. července 2019), proto jej doporučuji pro jmenování docentem pro habilitační a inaugurační obor „inžinierske konštrukcie a dopravné stavby“.

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia

ODPORÚČAM prijať k obhajobe

a po jej obhájení navrhujem udeliť vedecko-pedagogický titul "docent (doc.)"

Podpisom na tomto posudku zároveň súhlasím s licenčnými podmienkami obsiahnutými v licenčnej zmluve na použitie posudku záverečnej práce, ktorá je súčasťou tohto posudku.

Dátum: 13.01.2022

podpis autora posudku