

Oponentský posudek disertační práce

Autor práce: Ing. Michal Požár

počet stran 3

Oponent: Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Předložená disertační práce s názvem **Zesilování klenbových konstrukcí předpínáním** má celkem 177 stran, z toho 2 strany zdrojů, 2 strany výsledků publikační činnosti a výsledků, 14 stran seznamů zkratk, obrázků a tabulek a celkem 48 stran příloh (výsledky analýzy výpočetních modelů).

Práce je člena na devět hlavních kapitol a řadu podkapitol. Úvodní kapitoly (1 až 4) shrnují stav problematiky zděných historických klenbových konstrukcí, popisují základní techniky návrhu, hodnocení a sanace kleneb, základní poruchy těchto konstrukcí a také základní metody a přístupy k modelování těchto konstrukcí. V kapitole 5 jsou vymezeny cíle disertační práce a postupy pro její zpracování. Hlavní těžiště práce autora leží v kapitolách 6 až 8, jejichž obsahem je princip detailního návrhu a realizace zesílení klenbové konstrukce předpětím, včetně numerické analýzy konstrukce. V kapitole 9 je potom provedeno zhodnocení dosažených výsledků a jsou formulovány závěry disertační práce.

Další text tohoto posudku je členěn podle doporučené metodiky hodnocení závěrečných prací doktorského studia.

A) Aktuálnost tématu disertační práce

Předložená práce se zabývá aktuální tématem spojeným se sanací a zesilováním stávajících zděných klenbových konstrukcí pozemních staveb. V současnosti existuje jen minimum nadnárodních předpisů týkajících se dané problematiky (např. ČSN ISO 13822) a také národní technické předpisy navazující na evropskou normalizaci jsou poměrně malého rozsahu (ČSN 73 0038). Přitom problematika zesilování existujících konstrukcí, a zejména kleneb, pro něž neplatí ČSN 1996-1-1, je v současnosti velmi exponovaná v souvislosti s obnoveným stavebním boomem. Každá práce posouvající toto téma dále je proto velmi žádaná.

B) Splnění stanovených cílů

Cíle jsou formulovány v kapitole 5 předkládané práce. Cíle práce jsou zúženy na provedení experimentálních měření, vyhodnocení a matematické modelování zděné klenbové konstrukce sanované předpětím. Velký důraz je kladen na praktickou stránku řešené problematiky s využitím dosažených výsledků v inženýrské praxi, zejména v oblasti pozemních staveb. Provedené zúžení problematiky disertační práce se jeví z hlediska předkládané práce jako odůvodněné, zejména s ohledem na komplexnost dané problematiky.

Cíle vytčené v kapitole 5 jsou v práci naplněny.

C) Postup řešení problému, zhodnocení výsledků a konkrétního přínosu autora

Autor předkládá práci o klenbových konstrukcích, které, ač jsou jedněmi z nejstarších trvalých nespalných konstrukcí, nejsou z hlediska běžného navrhování a hodnocení stále uspokojivě popsány a normalizovány. Problematika skutečného působení konstrukcí a jejich podrobné analýzy ve fázi návrhu konstrukce nebo její opravy tak vede vždy na nelineární úlohy (materiálové i geometricky), zejména v případě analýzy mezní únosnosti.

Autor předkládá poměrně rozsáhlou rešeršní část práce, v níž však zanedbává velké množství snadno dostupných zdrojů, zejména z oblasti mostního stavitelství, kde je problematika chování klenbových konstrukcí a stanovení jejich odolnosti (zatížitelnosti) zcela zásadní otázkou. Mezi významné ucelené zdroje celé problematiky patří například směrnice "*UIC 778-3 - Recommendations for the inspection, assessment and maintenance of masonry arch bridges, 2011*", jmenovat by však bylo možné i řadu dalších. Řada z dostupných zdrojů uvádí i konkrétní experimenty a jejich vyhodnocení, včetně základních závěrů ohledně použitých modelů v praxi. Současně existuje pro mostní konstrukce i platná ČSN P 73 6213, která upřesňuje požadavky na klenbové konstrukce a jejich navrhování/hodnocení.

Z hlediska následné numerické analýzy se autor zaměřuje zejména na analýzu programovým balíkem ANSYS. Zde je na místě se ptát, proč nejsou výsledky získané analýzou porovnány s dostupnými metodami založenými na zjednodušených metodách, např. metodě mezní rovnováhy. Jednotlivé postupy jsou v současnosti implementovány např. v programech LimitState Ring, ArchieM, apod. Pravdou je, že uvedené programy nezahrnují možnosti zesílení konstrukce předpětím, na druhou stranu ovšem zavádějí významné vlivy materiálové i geometricky nelineárního chování materiálu a konstrukce.

Zajímavou, a v disertační práci bohužel neřešenou problematikou, je stanovení bezpečnosti návrhu konstrukce. Reálně je v práci uvažováno pouze s provozním stavem, tj. mezním stavem použitelnosti. Zajímavé by bylo posouzení rezervy konstrukce pro únosnost a dosažení požadované bezpečnosti návrhu konstrukce při použití příslušných dílčích součinitelů (ať už z hlediska dosažení mezní únosnosti základního materiálu, nebo porušení stability konstrukce - prolomení klenby). V reálných konstrukcích je s touto problematikou spojena zejména otázka stanovení skutečných pevností materiálu (zdiva), která není v práci explicitně řešena. Pravdou ovšem je, že dosažené hodnoty napětí v konstrukci jsou poměrně malé a i běžné zdivo je schopno tato namáhání bez problému přenášet.

Jako veskrze pozitivní a přínosný výsledek lze hodnotit stanovené vztahy chování konstrukce při zatížení (závislost vodorovného posunu paty klenby a poklesu jejího vrcholu), které prokazují jasné a "jednoduché" chování konstrukce za vzniku "plastických" kloubů, což potvrzuje předpoklady metod založených na mezní rovnováze.

Z hlediska závěrů práce lze polemizovat s několika dílčími závěry uvedenými v kapitole 9. Zejména se jedná o některé učiněné závěry ohledně modelování konstrukcí prutovými modely (zde je zpravidla nutno počítat se změnou geometrie a tuhosti vlivem zatížení, nelze jen redukovat

ohybovou a osovou tuhost konstrukce) a některé závěry stran získaných poznatků, když řada z uvedených závěrů je odvislá od způsobu a úrovně namáhání konstrukce a v uvedené formě platí pouze pro konstrukce s relativně malou úrovní napjatosti.

Přes výše uvedené nedostatky lze přínos práce hodnotit kladně, a to zejména z důvodu aplikovatelnosti dosažených výsledků v běžné inženýrské praxi. Práce ukazuje konkrétní směry a metody zesílení stávajících konstrukcí při zachování jejich vnějšího vzhledu, který je v současnosti často významně akcentován orgány státní správy, zejména památkové péče.

D) Význam pro praxi nebo rozvoj oboru

Autor přináší svým výzkumem potvrzení řady často intuitivních předpokladů používaných při návrhu a zesilování stávajících zděných klenbových konstrukcí pozemních staveb. Z hlediska přínosu pro obor lze práci považovat za přínosnou zejména z hlediska podrobného návrhu metod sanace/zesílení a jejich podrobného zhodnocení a experimentálního ověření.

E) Jazyková a formální úroveň

Práce je po jazykové stránce a také po stránce formální na odpovídající úrovni, lokálně se vyskytují drobné překlepy, které však jen minimálně snižují úroveň práce.

F) Vyjádření k publikacím autora

Autor uvádí seznam 10 publikací, jichž je většinou spoluautorem. Publikacemi jsou zejména články na konferencích a seminářích z období let 2011 až 2016. Za významnější výstupy práce autora lze považovat spolupráci na ověřených technologiích a funkčním vzorku. Publikáční činnost je tedy dostatečně rozsáhlá a prokazuje předpoklady autora k další vědecké práci.

G) Vyjádření k obhajobě disertační práce

Při detailním prostudování práce jsem našel dílčí nedostatky, které však nezpochybňují hodnotu práce autora jak v experimentální, tak v numerické části.

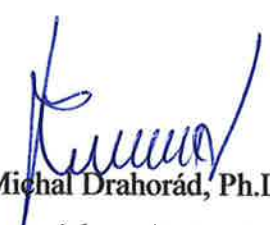
Autor předloženou prací prokázal schopnost samostatné vědecké práce, vznesené připomínky jsou formulovány s úmyslem iniciovat konstruktivní diskuzi, bez níž není možno efektivně posouvat vědecké poznání.

Práci doporučuji k obhajobě.

Současně doporučuji, aby se autor během obhajoby vyjádřil k výše vzneseným připomínkám.

V Praze 28. 04. 2017

Vypracoval:


Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Katedra betonových a zděných konstrukcí
ČVUT v Praze, Fakulta stavební