

Posudek disertační práce

Autor práce: Ing. Tereza Komárková
Název práce: Návrh NDT metody pro hodnocení drátkobetonu
Studijní obor: P3607 Stavební inženýrství (nD)

Oponent: doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.
 UTEE FEKT VUT v Brně, steinbau@feec.vutbr.cz

Datum zadání posudku: 5.6.2019

Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce je jistě aktuální, s ohledem na široké praktické užívání drátkobetonových stavebních konstrukcí. Citlivost drátkobetonu na vznik nehomogenit v důsledku chyb v technologii jeho přípravy s dopadem na jeho stavebně technické vlastnosti vyžaduje jeho zkoušení, přičemž většina zkušebních metod je destruktivních a vyžaduje odběr vzorků hotového betonu z konstrukce. Navrhovaná metoda testování představuje prakticky použitelný, relativně levný a hlavně nedestruktivní způsob testování drátkobetonu, zejména podlah a jiných plošných konstrukcí.

Hodnocení:

☐ vynikající	☒ nadprůměrné	☐ průměrné	☐ podprůměrné	☐ slabé
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Splnění cílů disertační práce

Cíle práce jsou stanoveny v kapitole C. Jde o návrh metody pro zjišťování koncentrace a orientace ocelových drátků v betonovém kompozitu, návrh a realizace příslušného měřicího zařízení, návrh metodiky měření s tímto zařízením a ověření funkčnosti na testovacích vzorcích drátkobetonu. Tyto cíle považuji za splněné, byť s výhradami uvedenými dále.

Hodnocení:

☐ vynikající	☒ nadprůměrné	☐ průměrné	☐ podprůměrné	☐ slabé
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Postup řešení problému – metody zpracování

Autorka se při postupu řešení problému držela posloupnosti stanovené v cílech disertace. Tomu ostatně odpovídá i členění práce do jednotlivých kapitol. Dílčím úkolům se autorka věnovala soustavně po několik let, jak svědčí výzkumné práce s publikačními výstupy uvedenými v seznamu literatury. Autorka založila navrženou metodu na měření elektromagnetických vlastností kompozitního materiálu (drátkobetonu), přičemž využívá magnetické i elektrické vodivosti sledovaného kompozitu (ocelových drátků) v betonové matici elektricky i magneticky v podstatě inertní. Navržená metoda je postavena na měření komplexní impedance testovací cívky, jejíž magnetický obvod se uzavírá přes testovaný materiál. Podstatou využitelnosti této metody pro zvolený účel je nalezení vhodného uspořádání měřicího obvodu, vhodných kmitočtů, určení správné metodiky měření a empirická kalibrace metody.

Hodnocení:

☐ vynikající	☐ nadprůměrné	☒ průměrné	☐ podprůměrné	☐ slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Výsledkem předložené disertace je navržená a otestovaná metoda, která umožňuje změřit koncentraci i orientaci drátků v kompozitním drátkobetonu s přesností dostatečnou pro provozní ověření (zejména v parametru homogenity) stavebních konstrukcí z tohoto kompozitu. S ohledem na nutnost empirické kalibrace a na potřebnou opakovatelnost bylo vytvořeno měřicí zařízení pro poloautomatické měření. Metoda je určena pro rovinné konstrukce s hladkým povrchem, jako jsou kupříkladu průmyslové podlahy. Metoda by mohla být dále rozvíjena s ohledem na rozšíření hodnocení homogenity kompozitu i v ose z , což ovšem vyžaduje měnitelný kmitočet rezonančního obvodu.

Navržená metoda představuje skutečně NDT možnost provozního měření drátkobetonů, kdy není nutné provádět zkušební odběry vzorků a stavební konstrukce nemusí být přístupná z obou stran (jako při metodě rentgenografické). Metoda navíc umožňuje částečnou automatizaci měření i velkých ploch a představuje tak unikátní a při tom levný způsob dobře využitelný ve stavební praxi.

Jádro práce bylo publikováno v časopisech s IF, samotná metoda byla patentována. Tuto disertační práci tedy považuji za přínosnou jak pro praxi, tak pro další rozvoj oboru.

Hodnocení:

☐ vynikající	☒ nadprůměrné	☐ průměrné	☐ podprůměrné	☐ slabé
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce je členěna strukturovaně do 10 kapitol, obsahuje požadovaný přehled současného stavu, stanovení cílů práce a popis jednotlivých kroků řešení. Po formální stránce však práce obsahuje nezanedbatelné množství chyb – jde jednak o občasné chybějící či naopak opakující se slova, chyba ve shodě podmětu s přísudkem, opakující se odstavce (na str. 42 a 86), gramatické chyby (např. „ocelovými“ na str. 63, „mantický“ namísto „magnetický“ na str. 54). Dále vytýkám chyby v odkazech na obrázky, např. na str. 37 je v textu odkazováno na obr. F-5-1 (F-5-3, F-5-5), které ale neexistují a mají správně znít E-6-x.

V práci je také poněkud zmatek v symbolech; v seznamu symbolů na str. 120-122 je např. uvedena dolní frekvence f_d , ale chybí v práci použitá horní frekvence f_h . Komplexní impedance je zde správně uvedena jako $\hat{Z}$, ale modul impedance pak nemůže být značen se stříškou, ale např. jako $|Z|$ nebo prostě Z . Je otázkou, proč je v seznamu uváděna „impedance“, „komplexní impedance“ a ještě i „modul impedance“, což postrádá z matematického hlediska smysl. Pro fázi impedance je pak v seznamu symbolů správně uvedeno φ , ale textu se používá někdy kromě φ také neobvyklé Z_φ (např. str. 48) a někdy dokonce f_i (str. 67 v Tab. F-10-1). Jde zřejmě o relikt způsobený kompilací různých částí práce, kdy f_i je použito v excelovských tabulkách v přílohách práce.

Zmíněné nedostatky zbytečně snižují kvalitu předložené práce a mohly dle mého názoru být odstraněny jednak jazykovou korekcí, jednak pečlivým přečtením celé práce před jejím odevzdáním.

Hodnocení:

☐ vynikající	☐ nadprůměrná	☐ průměrná	☒ podprůměrná	☐ slabá
-------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---	--------------------------------

Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

V práci je uvedeno celkem 21 publikací k danému tématu, u kterých je disertantka autorkou či spoluautorkou. Publikace dokumentují dlouhodobou aktivitu Ing. Komárkové v oblasti tématu této práce. NDT metoda hodnocení hustoty a rozložení ocelových vláken byla dokonce v roce 2016 patentována (č. pat. 305882).

Hodnocení:

☐ vynikající	☒ nadprůměrná	☐ průměrná	☐ podprůměrná	☐ slabá
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Poznámky a připomínky k textu práce

V textu je několik nejasností. V kap. 6 se uvádí, že metoda bude využívat kmitočty v intervalu 10 MHz až 2 GHz, zatímco fakticky pak jde o jednotky až stovky kHz. Rezonanční křivka (obr. E-6-2) chybně uvádí závislost činitele kvality Q na kmitočtu – ten však na kmitočtu nezávisí, na ose y rezonanční křivky má být napětí u_L nebo u_C ; s tím souvisí i v textu nelogicky uváděné dolní a horní mez činitele kvality.

Autorka sama v práci uvádí, že závislost změny komplexní impedance na hustotě ocelových drátků v testovaném vzorku je nelineární (čemuž napovídá i teoretické odvození v kap. 8 i grafy naměřených výsledků v příloze práce), ale v kapitole 12 se pak používají pro kalibraci metody kalibrační koeficienty „ k “, což by odpovídalo lineární závislosti. Doporučuji toto vysvětlit při obhajobě.

Testování metody bylo prováděno na 5 kmitočtech, které jsou označeny $f_1=327,0$ kHz až $f_5=3,450$ kHz. Na str. 91 se ovšem pořadí kmitočtů najednou obrátí, což velmi mate.

Dále se domnívám, že část popisující destruktivní zkoušky vzorků těles S1, S2 a S3 z hlediska jejich pevnosti v tahu za ohybu (str. 99 až 103) přímo nezapadá do obsahu práce a nemusela by zde být.

Závěr

Přes uvedené výtky tato práce splňuje standardní požadavky na disertační práce v tomto oboru. Autorka v práci prokázala tvůrčí schopnosti v oblasti NDT metod testování stavebních konstrukcí.

Uchazeč zpracováním disertační práce prokázal způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a změnách a doplnění dalších zákonů.

Doporučuji, aby disertační práce **byla** přijata k obhajobě a aby v případě jejího úspěšného obhájení byl

Ing. Tereze Komárkové

udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem).

Datum: 12. srpna 2019

Podpis oponenta: ..