

## Posudek disertační práce

**Autor práce:** Ing. et Ing. Michaela Hoduláková  
**Název práce:** Využití akustických metod k popisu chování cementových kompozitních materiálů v rané fázi tuhnutí a tvrdnutí  
**Studijní obor:** P3607 Stavební inženýrství (nD)  
**Oponent:** Ing. Filip Khestl, Ph.D.  
FAST, VŠB-TUO, Ludvíka Podéště 1875/17, 70800 Ostrava Poruba,  
email: filip.khestl@vsb.cz

Datum zadání posudku: **5.6.2024**

### Aktuálnost tématu disertační práce

Obecně je problematika chování kompozitů na bázi silikátových pojiv v průběhu tuhnutí a tvrdnutí stále velice diskutované téma. Využití akustických metod je tedy zajímavou alternativou a možností k popisu probíhajících dějů, a proto hodnotím téma jako velice aktuální.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

### Splnění cílů disertační práce

Z kapitoly „Cíle práce“ na straně 8 lze z dlouhého textu vyčíst několik dílčích cílů, které si doktorandka stanovila ve své práci. Základním cílem práce této práce bylo sestavení experimentální sestavy pro měření průchodovou ultrazvukovou metodou. Cílem experimentální části práce pak bylo sledování hydratačních procesů cementu v cementových pastách průchodovou ultrazvukovou metodou a metodou akustické emise. Tyto základní cíle považuji za splněné, některé jednotlivé dílčí cíle však dle mého názoru nejsou dostatečně v práci prezentovány, viz komentář a připomínky.

Další stanovené cíle:

1. Dosažení hlubšího porozumění dějům probíhajících v rané fázi tuhnutí kompozitních materiálů na bázi cementu a jejich vlivu na procházející a generované mechanické vlnění
2. Výsledky vyhodnocení měření akustickými metodami budou na základě srovnání s výsledky získaných pomocí standartních postupů a literárních rešerší verifikovány
3. Objasnění problematiky (týkající se zejména akustických metod) na základě rešerše literatury, analýzy a prezentování výsledků z provedených experimentů, diskuse rozdílů mezi některými zkoumanými materiály a jednotlivými měřicími metodami

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input checked="" type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

## Postup řešení problému – metody zpracování

Samotná práce je zpracována metodicky do tří etap, kde v první etapě se zabývá teoretickou a rešeršní částí a sestavením měřící aparatury, následuje experimentální část práce a poslední etapa je věnována zpracování naměřených dat. Metodika práce týkající se NDT akustických metod je kvalitně zpracovaná, řešení této etapy je velmi dobré. Výsledky řešení jsou ovšem výrazně ovlivněny technologickou částí, zejména přípravy cementových malt a past a nedokonale nastavenou metodikou prací. V tomto ohledu si práce zasloužila lepší rešeršní a přípravnou fázi, tak aby nedošlo k pochybením v průběhu zkoušení, jako např. přiznané nedokonale promíchané směsi, či chyby ve vyhodnocení počátků tuhnutí cementových past a malt

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input checked="" type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

## Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Vývoj a aplikace moderních NDT metod je pro stavebnictví v oboru stavebních materiálů a konstrukcí velmi žádané pro jeho jednoduchost a opakovatelnost. Využití akustických NDT metod v oblasti tuhnutí a zrání cementových, či alkalicky aktivovaných betonů a malt, by teoreticky mohlo vést k dalšímu rozvoji a lepšímu porozumění této problematice. Výsledky publikované v práci považuji za základ, který může napomoci v dalším rozvoji použití akustických metod ve zmíněné oblasti použití.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

## Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce je po formální stránce napsaná kvalitně, překlepy nejsou příliš časté a v celkovém kontextu nemají vliv na kvalitu předložené práce.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

## Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

Doktorandka uvádí zapojení do několika projektů, včetně dvou GAČRů a rovněž publikační činnost je relevantní.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

## Poznámky a připomínky k textu práce

Práce je jasně zaměřena na použití akustických NDT právě v oblasti (ne)cementových past, malt a betonů, ať už v čerstvém nebo ztvrdlém stavu, které jsou nosným tématem práce, přesto v práci chybí rozsáhlejší rešerše k této konkrétní problematice. Jsou zde popsány samostatně základy akustických metod, rovněž je názorně popsán průběh hydratace slínkových materiálů, avšak právě aplikace akustických metod pro sledování průběhu zmíněných hydratačních procesů je ponechána zcela bez povšimnutí.

Dále je v cílech uvedeno srovnání výsledků z akustických metod s „výsledky získaných pomocí standardních postupů“ a jejich verifikace pomocí literárních rešerší. Kromě porovnání s průběhem teploty v průběhu hydratace, která s ní nepochybně souvisí, nebyly v práci provedeny jiné relevantní srovnání a zejména verifikace literární rešerší.

Otázky k práci:

1. Vzhledem k chybějící rešerši stávajícího stavu je první otázkou v čem je vytvořená sestava použité akustické metody inovativní/jiná oproti jiným, ve světě používaným pokusným sestavám/přístrojům?
2. V čem spočívá rozdíl a zejména výhody/nevýhody použité aparatury a metody oproti komerčně využívanému přístroji Vikasonic od firmy Schleibinger?
3. V článku z konference ICEIM2019, na str.69 (kapitola 5.2.3.), je uvedeno použití cementu CEM 52,5 R, ale v této práci je uveden CEM I 52,5 N. Jaký tedy byl použit cement?
4. Jakým způsobem probíhalo míchání past a malt v kapitolách 5.1 a 5.2? Zejména v kapitole 5.1 je odkazováno na špatné promíchání, ale dle výsledků (XRD, odchylka od linearity) to vypadá, že se vymyká pouze jedna pasta s  $w=0,45$ , která je označována jako nejlépe promíchaná. Opravdu se promíchala dobře jen jedna pasta, nebo zde může být jiné vysvětlení? Proč nebylo provedeno nové kontrolní měření?
5. V kapitole 5.2.2. na str.67 je uvedeno, že cementová pasta s CEM 52,5 N má počátek tuhnutí „někdy kolem 6h od smíchání vody s cementem“. Pasta s CEM 42,5 R o dvě hodiny více, tedy 8hodin. Pomineme-li způsob vyjádření hodnot, jsou tyto hodnoty správně určeny? Jaké jsou reálné hodnoty počátku tuhnutí u těchto cementů v praxi a jak správně tyto hodnoty určíme z grafů, např na obr.5.31? Doktorandka zřejmě vychází z tvrzení v prvním odstavci na str. 44, jaký je zdroj, reference či odkaz na vlastní práci?
6. Další otázka souvisí s předchozí, opravdu v kapitole 5.2.3 (třetí odstavec+Obr.5.31) jsou počátky tuhnutí u cementových malt a past stejné? Proč tomu tak není?
7. V kapitole 5.1. byly měřeny dominantní frekvence v čase se shrnutím výsledků na str.63. Otázka je, zda má jejich měření tedy nějaký praktický konkrétní význam pro popis hydratace (ne)cementových kompozitů? Případně je zde nějaký potenciál?

## Závěr

Předložená práce i přes výhrady splňuje standardní požadavky kladené na disertační práce v dané oblasti výzkumu.

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. et Ing. Michaele Hodulákové

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

Datum: 19.8.2024

Podpis oponenta práce: .....

