

## OPONENTSKÝ POSUDEK

diplomové práce slečny Bc. Markéty Kuchyňové, vypracované na téma  
*„Reaktivnost křemene v experimentálních maltových tělesech“*

Na základě žádosti školitelky diplomové práce, paní Mgr. Anety Kuchařové, Ph.D. ze dne 5. 8. 2016, podávám na předmětnou diplomovou práci tento oponentský posudek.

### **1. Aktuálnost zvoleného tématu a splnění cílů diplomové práce**

Předložená diplomová práce se zabývá problematikou alkalicko-silikátové reakce kameniva v betonu, která představuje dosud ne zcela dostatečně prozkoumaný způsob degradace betonových konstrukcí. S ohledem na skutečnost, že alkalicko-silikátové reakci (ASR) je v České republice věnována pozornost teprve přibližně 20 let a při respektování faktu, že ASR je ovlivněna celou řadou vnitřních a vnějších faktorů, přičemž všechny souvislosti jejího vzniku a rozvoje nejsou dosud plně objasněny, je nutno zvolené téma práce považovat za vysoce aktuální.

Cíle práce jsou autorkou definovány v úvodu práce a zahrnují zejména kvantifikaci projevů ASR u vybraných, křemenem bohatých hornin pomocí optické mikroskopie a skenovací elektronové mikroskopie kombinované s analýzou obrazu a tří metodicky odlišných dilatometrických zkoušek. Zkoumáno bylo také chemické složení alkalicko-silikátových gelů, vzniklých při různých dilatometrických zkouškách a vliv testovacích podmínek, jako jsou teplota, typ prostředí a délka testovacího období na získané hodnoty expanze maltových nebo betonových zkušebních trámců. Oponent konstatuje, že se autorce podařilo předestřené cíle v práci rozvinout a naplnit.

### **2. Obsah a struktura diplomové práce, zvolené metody a postupy řešení**

Diplomová práce byla vypracována v rámci studijního programu Geologie a studijního oboru Ložisková geologie. Je psána v českém jazyce s anglickým abstraktem a je tvořena celkem sedmi textovými kapitolami včetně úvodu a závěru a seznamem použité literatury v celkové úhrnné délce 56 číslovaných stran textu. Za vlastním textem jsou ve formě příloh (Příloha I – Příloha VII) prezentovány receptury směsí, použité pro přípravu betonových trámců, výsledky měření expanze podle jednotlivých použitých metod, chemické analýzy gelů a výsledky analýzy obrazu. Součástí práce je rovněž 25 obrázků a 13 tabulek, obojí je průběžně řazeno v textu práce. Práce má přehlednou strukturu, je účelně systematicky zpracována, sled jednotlivých kapitol a podkapitol je logický a kapitoly na sebe vzájemně plynule navazují. Z pohledu provedených laboratorních měření jde o rozsáhlou a do značné míry ucelenou práci, která navazuje na některé předchozí disertační a diplomové práce, řešené v minulosti na školícím pracovišti. Zvolené metody, použité v experimentech jsou adekvátní vytýčeným cílům výzkumu.

### **3. Výsledky, nové poznatky, význam pro praxi a teoretický přínos**

Znalost vzájemných vztahů mezi jednotlivými činiteli ovlivňujícími vznik, vývoj a intenzitu projevů ASR v betonech a maltovinách je zásadní pro správné pochopení chování křemenem bohatého kameniva ve stavební konstrukci ovlivněné alkalickým prostředím, může mít podstatný vliv na výběr kameniva a ovlivnit tak životnost stavební konstrukce nebo

bezpečnost jejího praktického využívání. Z tohoto pohledu jsou výsledky získané při řešení diplomové práce jednoznačně přínosné pro tuzemskou stavební praxi.

Z hlediska teoretických poznatků, které práce přinesla, je třeba vyzdvihnout zejména zjištění velmi dobré korelovatelnosti výsledků expanze ze zkoušek ASTM C1260 a modifikované balící zkoušky RILEM AAR-4.1., byť tento výsledek bude nutno ověřit měřeními na větším počtu zkušebních těles, dále rozdílnost chemického složení gelů, vzniklých v různém testovacím prostředí a vliv tohoto rozdílného chemického složení na bobtnavost gelů a v neposlední řadě pak použitelnost modifikované metodiky analýzy obrazu pro identifikaci potenciálně reaktivního kameniva.

#### **4. Formální úprava diplomové práce a její jazyková úroveň**

Diplomová práce je napsána přehledně, je logicky členěna, její text je srozumitelný. Z hlediska jazykového a formálního práce splňuje základní požadavky kladené na diplomovou práci. Až na výjimky (např. „výstuž“ místo správného „výztuž“ na str. 3, „nepařený uhlík“ místo zřejmě „napařeného uhlíku“ na str. 16 nebo „měrné kontakty“ namísto pravděpodobně „měřících kontaktů“ na str. 22 a 24) není v textu přítomno větší množství překlepů či výraznějších gramatických nedostatků. Jazykovou výhradu snad lze mít k některým termínům, vzniklým pravděpodobně překladem z angličtiny, jako je kupříkladu slovo „vymaskování“. Rovněž k obrázkům, tabulkám a přílohám práce nemám po formální stránce podstatnějších výhrad.

#### **5. Výběr, využití a citování studijních pramenů**

V seznamu použité literatury uvádí autorka celkem 91 studijních pramenů, které jsou představovány články v odborných časopisech, sborníky z vědeckých konferencí, odbornými monografiemi, výzkumnými zprávami, tuzemskými i zahraničními technickými normami nebo vysokoškolskými učebnicemi a skripty. Výběr literatury je možno považovat za velmi ucelený a plně dostačující pro teoretický základ studia řešeného problému. Autorka tak prokázala schopnost samostatně pracovat s odbornou literaturou a vytvořit kvalitní literární rešerši pro účely vlastního laboratorního studia. Přesto si dovoluji mít k otázce použité literatury následující připomínky:

- doporučuji nepoužívat literární zdroje typu Wikipedie, byť se v případě předložené diplomové práce jedná o případ jediného obrázku (Obr. 4 na str. 14); uvedená internetová adresa zdroje již není aktivní a přehlednou geologickou mapu Fennoskandie lze najít např. v práci Lahtinena (2012),
- publikace Chaterjiho (2005) a Chlupáče et al. (2002) nejsou v seznamu literatury na str. 51 správně řazeny podle české abecedy,
- práce Příkryla (2006), citovaná na str. 17 textu není v seznamu literatury uvedena.

#### **6. Závěrečné zhodnocení diplomové práce a připomínky, poznámky a dotazy k práci**

Předložená diplomová práce obsahuje veškeré obvyklé náležitosti a je vypracována ve smyslu cílů, vytyčených v úvodní kapitole. Práce přináší velké množství původních dat, z pohledu vykonané laboratorní práce i významu tématu pro další rozvoj oboru stavebních hmot hodnotím práci jako velmi zdařilou. Práce dokládá schopnost samostatné odborné práce její autorky.

I přes celkově kladné hodnocení předložené diplomové práce mám k jejímu textu následující připomínky, komentáře nebo dotazy:

- V oblasti stavebních hmot je v současnosti zaužíváno dělení kameniva dle objemové hmotnosti na pórovité ( $< 2000 \text{ kg.m}^{-3}$ , resp. sypná hmotnost  $< 1200 \text{ kg.m}^{-3}$ ), hutné (objemová hmotnost mezi  $2000$  a  $3000 \text{ kg.m}^{-3}$ ) a těžké (objemová hmotnost  $> 3000 \text{ kg.m}^{-3}$ ) s tím, že v minulosti (viz ČSN 72 1511) byla hranice mezi pórovitým a hutným kamenivem posunuta na hodnotu  $1800 \text{ kg.m}^{-3}$ . Z tohoto pohledu je nutno považovat autorčino rozdělení, uvedené na str. 2 textu, za velmi neobvyklé a neodpovídající dlouhodobé stavební praxi. Nelze především souhlasit s vymezením skupiny těžkého kameniva jako kameniva s objemovou hmotností nad  $2100 \text{ kg.m}^{-3}$ , v tom případě by naprostá většina běžných hornin spadala do této kategorie. Z tohoto pohledu bych pro rešerši základních pojmů z oblasti stavebních hmot doporučil např. monografii Svobody et al. (2013).
- Na str. 3 autorka uvádí, že použití plochých či protažených zrn v betonu vede ke snazšímu poškození konstrukce. Jaký typ poškození má autorka na mysli? Výrazně nekubická zrna totiž především snižují schopnost zhutnění kameniva v čerstvé směsi a ve ztvrdlém betonu tak mohou být jednou z příčin nižších pevností.
- Podobně jako v případě rozdělení kameniva podle objemových hmotností, nelze souhlasit ani s obecnými konstatováními ohledně vodního součinitele betonů, které autorka uvádí na str. 3. Realitě neodpovídá zejména věta, cituji: ...*“Minimální hodnoty vodního součinitele se pohybují v rozmezí 0,36-0,42 a měly by být dostačující pro kompletní hydrataci slínkových fází“*. Minimální množství vody nutné pro hydrataci cementu je totiž daleko nižší a pohybuje se okolo 23 – 25% hmotnosti cementu (viz např. Pytlík, P. 2000. Technologie betonu). Limitní hodnota vodního součinitele  $w/c = 0,23$  se pak objevuje i v některých starších teoretických metodách návrhu složení betonu, např. podle Bolomeye. Vodní součinitele okolo hodnoty 0,25 bývají občas používány i ve stavební praxi, a to např. v případě vysokopevnostních betonů, kde je účelné snížit obsah vody na nezbytné minimum.
- Na str. 14 a 15 autorka v krátkosti charakterizuje studované vzorky kameniva, pocházející z českých a švédských lokalit. Protože v textu není uvedena informace, proč byly vybrány právě tyto lokality, prosím autorku, aby v krátkosti specifikovala kritéria výběru lokalit u ústní obhajoby své práce. Proč byly, v případě tuzemských lokalit, odběry cíleny na nečinné lomy nebo přirozené výchozy a nikoliv na lomy v těžbě, což by u práce s velkým praktickým dopadem bylo logické?
- Na str. 18, ale i na dalších místech textu autorka uvádí, že projevům alkalicko-silikátové reakce byla, v rámci mikroskopické analýzy obrazu, přiřazena hodnota stupňů šedi 0-70. Protože jsem v práci nenašel zdůvodnění tohoto konstatování, opět prosím autorku o krátký komentář v rámci obhajoby.
- Opravdu byly u hrubé frakce kameniva Q7 zjištěny stejné hodnoty objemové hmotnosti v nasáklém i vysušeném stavu, jak je uvedeno v Tab. 3 na str. 23, resp. v Příloze I? Pak by toto kamenivo muselo mít pórovitost i nasákavost rovny nule.
- Oponent nerozumí větě na str. 35, cituji: ...*“Celková suma gelů se pohybovala v rozmezí 67,77 – 89,49 hm.%“*. Tytéž hodnoty se pak objevují v Tab. 8 na téže straně. Obdobným případem je pak Tab. 10 na str. 36 a text před touto tabulkou. K jakému celku byla tato hmotnostní procenta vztažena? Prosím o krátké vysvětlení, resp. upřesnění.

- Jak by autorka zdůvodnila, že vzorky s kamenivem, vyrobeným z pegmatitového křemene Q9 dosáhly ze všech sledovaných hornin nejnižší hodnoty expanze podle ASTM C1260, ale naopak absolutně nejvyšší expanzi podle metody RILEM AAR-4.1.? Na str. 41 je sice uvedeno, že tento poznatek koresponduje např. s pozorováními Lindgärda (2010) a v závěrech práce je konstatováno, že výsledky obou zkoušek jsou obtížně korelovatelné, má však autorka pro toto konkrétní zjištění své vysvětlení?

I přes tyto připomínky, uvedené však především jako podklad pro diskusi v rámci obhajoby, **doporučuji diplomovou práci slečny Bc. Markéty Kuchyňové k veřejné obhajobě před ustanovenou komisí.**

V Ostravě dne 7. září 2016

Ing. Martin Vavro, Ph.D.  
Oddělení geomechaniky a báňského výzkumu  
Ústav geoniky AV ČR, v. v. i.  
Studentská 1768  
708 00 OSTRAVA-Poruba