

Prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.

Ústav technologie stavebních hmot a dílců  
Fakulta stavební, VUT v Brně  
Veveří 95, 602 00 Brno

---

## **Posudek školitele**

Na disertační práci Ing. Pavla Loudy s názvem

### **„Studium vlivu granulometrie jemných částic na fyzikálně-mechanické vlastnosti betonů“**

V disertační práci Ing. Pavla Loudy je řešena problematika možnosti optimalizace křivky zrnitosti jemných částic v cementových kompozitech. Použití různých druhů příměsí v cementových kompozitech není žádnou novinkou, ale zatímco doposud bylo jejich používání založeno spíše na empirických zkušenostech a jejich účinnost byla dána spíše vlastnostmi konkrétní příměsí, současné trendy vyžadují maximální využití užitných vlastností betonu a využití vlastností všech složek cementového kompozitu. Možností, jak dosáhnout optimální křivky zrnitosti, je několik. První možností je použití různých druhů příměsí s různou granulometrií. Druhou možností je jednotlivé příměsí upravovat například mletím či tříděním. V každém případě je však nutné znát granulometrii použitých surovin, které budou pro výrobu betonu použity.

Práce byla rozdělena do několika etap, kdy nejprve bylo potřeba zmapovat vlastnosti jednotlivých vstupních surovin. U cementu a jednotlivých příměsí byla stanovena granulometrie laserovou metodou, tvar zrn a další doplňkové vlastnosti na jejichž základě byly vybrány vhodné kombinace cementů a jemnozrných příměsí k sestavení optimální křivky zrnitosti pojivové složky. Prvním způsobem dosažení co nejvyšší hutnosti jemnozrné fáze cementového kompozitu je aplikace sestavení optimální křivky zrnitosti směsi příměsí a cementu, kdy z křivek zrnitosti jednotlivých materiálů sestavíme optimální výslednou křivku zrnitosti suchých složek pojiva. Druhým způsobem je experimentální stanovení minimální mezerovitosti jemnozrných materiálů ve ztuhnutém stavu.

Disertační práce je rozdělena do dvou částí – teoretické a experimentální, celá problematika je zpracována na 142 stranách textu včetně sumáře dosažených výsledků. V teoretické části práce jsou popsány vlastnosti jemnozrných příměsí a způsoby, jakými tyto příměsí modifikují cementový tmel a vlastnosti betonu. Dále jsou zde popsány způsoby, jak lze sestavovat křivky zrnitosti v rozmezí 0 – 1000  $\mu\text{m}$ . V praktické části jsou popsány vlastnosti všech složek betonu, které byly pro laboratorní testy použity. Z příměsí a cementu byly sestavovány jednotlivé křivky zrnitosti. Sestavování křivek zrnitosti bylo prováděno v první fázi manuálně za pomoci programu MS Excel. Následně byl na základě poznatků ze skládání křivek zrnitosti vyvinut jednoduchý program, který dle zadaných limitů sestaví křivku zrnitosti automaticky. V této části práce je citováno velké množství odborných publikací, z nichž většina je od zahraničních autorů. Dále je zde přehledně popsána a zpracována metodika práce.

Experimentální posuzování chování cementových kompozitů s optimalizovanou křivkou zrnitosti bylo rozděleno do dvou částí – na cementové malty a betony. U cementových malt byl posuzován vliv na zpracovatelnost a poté pevnostní vlastnosti kompozitu. U betonů bylo provedeno komplexní posouzení vlivu optimalizace křivky zrnitosti na vlastnosti v čerstvém i

zatvrdlém stavu. Byl sledován vliv na konzistenci a obsah vzduchu, pevnostní charakteristiky v různém stáří.

Experimentální část je rozsáhlá a jsou v ní podrobně a přehledně zpracovány dosažené výsledky do tabulek a grafů, včetně vyvozených závěrů z nich vyplývajících. Ověřením teoretických poznatků při výrobě betonu v praxi bylo dokázáno, že optimalizace křivky zrnitosti má pozitivní vliv na snížení dávek ekonomicky náročného cementu za současného snížení emisí CO<sub>2</sub> a tím na snížení ceny betonu při současném zlepšení kvalitativních parametrů betonu. Výstupy a závěry ze získaných výsledků dávají komplexní soubor dat, která jsou přínosem v oblasti optimalizace křivek zrnitosti betonů.

Na základě reálné možnosti snižování emisí CO<sub>2</sub> a úspor cementu v betonech hodnotím téma disertační práce jako velmi aktuální a důležité nejen z hlediska teoretického pro další rozvoj technologie betonu, ale také pro praktické využití.

Pozitivně hodnotím přístup, jakým doktorand zadaný úkol řešil, neboť provedl velmi rozsáhlé experimentální práce a otevřel řadu zajímavých témat a nových námětů, které byly doposud částečně opomíjeny, či brány jako zákonitosti, vyplývající ze starších poznatků. Je nutné připomenout, že doktorand celé studium absolvoval externě při náročném zaměstnání.

Během doktorandského studia byl Ing. Pavel Louda aktivně zapojen do řešení několika projektů TAČR a projektů MPO ČR u svého zaměstnavatele Skanska Transbeton a nyní Prefa Brno a.s.. Publikoval 6 odborných článků v zahraničních a tuzemských časopisech či odborných konferencích.

**S ohledem na výše uvedené skutečnosti doporučuji disertační práci Ing. Pavla Loudy přijmout k obhajobě.**

V Brně, dne 18.12.2018

**Prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.**  
školitel