

## Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. arch. Tereza Cibulka

Název disertační práce Konstrukční prvky z lehkého betonu se speciální výztuží

Studijní program Stavební inženýrství

Školitel doc. Ing. Jan Vodička, CSc.

Oponent doc. Ing. Michal Stehlík, Ph.D.

e-mail stehlik.m@fce.vutbr.cz

### Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Téma této doktorské disertační práce je zaměřeno na problematiku lehkého betonu s pórovitým kamenivem se speciálním vyztužením a na jeho aplikace do tenkostěnných prvků. Otázka odlehčení konstrukcí jde ruku v ruce se snížením nákladů na provádění i se snížením objemu použitých materiálů, avšak je nutno zajistit požadovanou únosnost konstrukcí i efektivní vnější vzhled. Je zajímavé, že trend odlehčování materiálů konstrukcí našel odezvu i u architektů a dizajnéřů interiérového či exteriérového mobiliáře. Vylehčení konstrukcí ale s sebou nese i celou řadu pevnostních a přetvárných problémů, na které disertační práce komplexně reaguje a přináší řešení.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Splnění cílů disertační práce

komentář: Hlavním cílem této disertační práce bylo přesvědčit odbornou veřejnost, že moderní lehký beton (dříve používaný jen pro izolace či výplně), vyztužený speciální plošnou nebo prostorovou textilií, resp. rozptýlenými ocelovými vlákny, může být navržen a následně aplikován i pro nosné tenkostěnné konstrukce různého typu a určení. Přidání vláken v různé formě dokáže totiž negativní vlastnosti betonů z lehkého kameniva pozitivně upravit. Práce nabízí i princip náhrady receptur betonových směsí, metodiku míchání a ukládání betonu do plochých forem včetně hutnění a přináší i přehled dosažených fyzikálně-mechanických a přetvárných vlastností vyrobených tenkostěnných betonových desek.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Metody a postupy řešení

komentář: Metodicky je disertační práce členěna do tří samostatných pracovních etap, které na sebe věcně navazují pro naplnění vytčených cílů. V teoretické části je rešeršně probrána problematika lehkého betonu s pórovitým kamenivem a to včetně principu výroby a vlastností kameniva Liapor z expandovaných jílu a břidlic. Dále je samostatná pozornost věnována typům vláknobetonů s detailním popisem výroby a vlastností vláken a jedno či více rozměrných textilií. V experimentální části jsou postupně řešeny úkoly ke splnění cílů práce. Je představena první záměs, konstrukce vertikálního bednění a vložená uhlíková textilie. Z vyhodnocení pozitivních i negativních výsledků 1. betonáže je připravena druhá záměs, vertikální i horizontální bednění a 3D skelná textilie. Vyhodnocením výsledků je preferováno horizontální bednění, navržena upravená receptura a provedena třetí záměs s betonáží vzorků. Následuje příprava a praktická výroba vzorků lehkého betonu s pórovitým kamenivem vyztuženého rozptýlenými ocelovými vlákny. Závěrem jsou zhodnoceny možnosti vyztužení betonů s lehkým kamenivem, vedoucí

k homogenní směsi a dostatečné konstrukční únosnosti tenkostěnných betonů.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: V práci jsou uvedeny poznatky z řešení problematiky disertantkou, tj. základní vlastnosti receptur odzkoušených betonových směsí s lehkým kamenivem a s variantami vyztužení (včetně způsobu bednění, betonáže a uchycení výztuže) s cílem dosažení homogenity betonu a dostatečné únosnosti tenkostěnných prvků určených např. pro výrobu moderně dizajnovaného mobiliáře. Disertantka popsala i neobvyklé chování prvku vyztuženého prostorovou skelnou textilií po odtížení, kdy došlo k redukci průhybu a navrácení do téměř rovinné polohy. Tento jev je popsán tzv. skrytým předpětím, aktivovaným ve skelné textilii fixované v cementovém tmelu během průhybu prvku. Disertantkou prezentovaný experimentální výzkum se stal podkladem k podání patentové přihlášky s názvem "Kompozit z jemnozrnného hutného lehkého keramického betonu s lehkým kamenivem z expandovaného jílu".

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Význam pro praxi: Disertantka představila možnost průmyslové výroby homogenních tenkostěnných prvků z betonu z lehkého kameniva. Upravila původní recepturu výrobce lehkého kameniva Liapor s cílem dosažení vysoké homogenity betonové směsi, navrhla neoptimálnější způsob bednění vzhledem k tekutosti směsi a možnému hutnění. Odkoušela možné způsoby vyztužení tenkých betonových desek jak 1D či 3D textiliemi, tak i rozptýlenou ocelovou výztuží, výsledky přinesly shodně jejich, pro praxi důležitou, vysokou konstrukční únosnost.

Význam pro rozvoj vědního oboru: Obsah disertační práce je přínosný jak pro materiálový, tak i pro konstrukční obor. Disertantka se v práci věnuje netradiční kombinaci lehkého betonu a speciálního způsobu jeho vyztužení pro aplikaci v tenkostěnných konstrukcích. Disertantka popsala chování variantně vyztužených tenkostěnných desek z betonu z lehkého kameniva při zatěžování, detailně popsala i původně skrytý přínos 3D skelné textilie pro eliminaci lokálního porušení desek tzv. kvazi-předpětím. Disertantka sestavila metodiku návrhu betonové směsi a vlastního provedení bednění a betonáže s cílem dosažení vysoké homogenity betonu z lehkého kameniva, která se jevila v první fázi výzkumných prací jako problematická.

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Po formální stránce je předložená práce na poměrně dobré úrovni, výsledky jsou zpracovány a vyhodnoceny vcelku přehledně. Avšak předložená disertační práce postrádá vstupní kapitolu "Cíle práce", lze je však částečně vyabstrahovat a částečně domyslet z kapitoly 1. "Úvod". Také popis grafů na obrázcích není vždy dokonalý, občas schází podrobnější legenda. Jazyková úroveň je dobrá, formulace vět srozumitelná, používání dohodnutých termínů a symbolů odpovídá zvyklostem

vynikající     nadprůměrný     průměrný     podprůměrný     slabý

### Připomínky

1. V části 4 "Experimentální část" (str. 42) 3. odstavce, uvádíte, že "vzorky byly poté (ve stáří dvou dnů po odbednění) uloženy do vodní lázně, ze které byly vyjmuty s dostatečným předstihem, aby došlo k jejich dostatečnému vyschnutí před zkoušením". Byla u všech vzorků opravdu dodržena stejná doba vodního uložení? Tato shoda v časových intervalech je velmi důležitá pro následné porovnání fyzikálně-mechanických vlastností zkoušených betonů.

2. V části 4.1 podčásti " Vertikální bednění, plošná čedičová textilie, HPC" (str. 49), z grafu na obr. 59 vyplývá, že pevnost v tahu za ohybu u jednostranně vyztužených desek betonovaných svisle vyšla o cca 50 % více oproti pevnosti horizontálně betonovaných desek. Lze nějak zdůvodnit tento poměrně značný nárůst pevnosti u vertikálně betonovaných desek?

3. Porovnáním grafů na obr. 74 (str. 57) a na obr. 72 (str. 55) je zřejmé, že desky tloušťky 20 mm (plošná uhlíková textilie) vykázaly v tahu za ohybu o cca 12 % vyšší pevnosti oproti deskám tl. 25 mm. Je možno toto zvýšení pevnosti nějak fyzikálně či materiálně objasnit?

4. V části 4.1.2. "Vertikální i horizontální bednění, skelná ....", podčást "Desky" (str. 61), uvádíte, že do horizontálně betonované desky byla vložena prostorová skelná textilie s oky sítě 12,5 mm a do vertikálně betonované pak s oky 22,5 mm. Jaký byl důvod tohoto výběru rozměrů ok sítí?

### Závěrečné zhodnocení disertace

Předloženou doktorskou disertační práci Ing. arch. Terezy Cibulka hodnotím kladně a pokládám ji za přínosnou. Doktorandka prokázala znalosti a schopnosti orientovat se v problematice návrhu receptur a laboratorního zkoušení tenkostěnných betonových prvků z lehkého kameniva vyztužených různými typy vláken i textilií a prokázala schopnost vyhodnotit a posoudit získané výsledky. Objem nových poznatků a vlastních přínosů práce v porovnání s teoretickou částí práce odpovídá běžným požadavkům na poměr samostatné vědecké práce.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.

ano

ne

Datum: 24. 3. 2021

Podpis oponenta: *Michal Stehlík*