

## Posudek oponenta závěrečné práce

### 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Název práce:	Aplikovatelnost odpadních materiálů do prefabrikovaných betonových konstrukcí
Jméno autora:	Jiří Zeman
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra/ústav:	Katedra dopravního stavitelství
Oponent práce:	doc. Ing. Petr Bílý, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových a zděných konstrukcí

### 2. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

**Náročnost zadání** náročnější  
Zadání hodnotím jako náročnější. Student v rámci bakalářského studia neabsolvoval předměty zaměřené specificky na technologii betonu a veškeré znalosti musel získat samostudiem. Musel sám zorganizovat a zrealizovat poměrně rozsáhlý experimentální program.

**Splnění zadání** splněno  
Zadání práce bylo splněno v celém rozsahu.

**Zvolený postup řešení** vynikající  
Postup řešení práce byl vynikající. Student provedl rešerši související literatury a získané poznatky využil v praktické části práce. Při realizaci experimentů spolupracoval s několika externími partnery, což bylo jistě organizačně komplikované.

**Odborná úroveň** B / 1,5  
Z praktického hlediska, tj. po stránce realizace experimentů, je práce na vynikající úrovni. Mám však některé výhrady k teoretické části a k vyhodnocení výsledků, proto mírně snižuji známku v tomto kritériu. Některé konkrétní připomínky:

- Str. 16: Recyklace jistě plně nezabrání těžbě přírodního kameniva, pouze omezí její potřebu. Přírodní kamenivo bude vždy nezbytné pro náročnější konstrukce. Objem produkovaného vhodného recyklátu navíc nikdy nebude dostačující pro plné pokrytí spotřeby kameniva do betonu.
- Str. 19: Na stavbách se běžně nepoužívají betony s pevností 5 – 30 MPa, ale spíše 20 – 40 MPa. Minimální třída definovaná v ČSN EN 1992-1-1 je C12/15.
- Str. 20: Ve většině zmiňovaných případů se nejedná o vady, ale spíše o vrozené nedostatky betonových konstrukcí. Ve výčtu mi chybí malá tahová pevnost betonu a tedy špatná odolnost betonových konstrukcí vůči tahovému namáhání.
- Str. 21: Prostý beton lze použít pouze pro základy. Ostatní zmiňované prvky (sloupy, stěny) musí být vždy alespoň konstrukčně vyztuženy.

- Str. 22: Objemová hmotnost stavebních materiálů není totéž jako hustota. Liší se od ní právě tím, že zohledňuje i objem dutin a pórů v materiálu.
- Str. 22: Vysokopevnostní beton nemusí být nutně těžký, nemusí mít objemovou hmotnost přesahující 2500 kg/m<sup>3</sup>. Nejedná-li se o UHPC, je tato hranice zřídka překročena.
- Str. 25: Návrhová životnost pozemních staveb je ve většině případů 50 nebo 80 let. Skutečná životnost samozřejmě bývá vyšší.
- Teoretická část práce je celkově velmi široká a často nekonkrétní. Chápu, že pro autora práce se jednalo o nové informace a měl pochopitelnou potřebu je v práci uvést. Do budoucna však doporučuji zaměřit se úžeji a hlouběji na informace související přímo s řešenou problematikou.
- Str. 77: Chápu, že s ohledem na ochranu duševního vlastnictví nelze zveřejnit přesné receptury betonu a složení plastového recyklátu, ale pro lepší pochopení výsledků a jejich příčin by bylo vhodné uvést alespoň základní vlastnosti plastového kameniva (pevnost, modul pružnosti, velikost použité frakce) a jeho velmi orientační podíl v receptuře betonu (stačilo by s přesností na desítky procent).
- V experimentální části není nutno psát „kuchařku“ pro provádění experimentů. Stačí konstatovat, že zkoušky byly provedeny podle patřičných norem a případně zmínit důležité zvolené parametry nebo odchylky od normového postupu.
- Chybí mi podrobnější diskuse výsledků. Autor uvádí přehled a souhrn výsledků, ale hlouběji se nezamýšlí nad jejich příčinami a důsledky. Pakliže má ambice na další výzkum, bylo by toto vhodné, neboť bez pochopení příčin některých nepříznivých výsledků nelze cíleně navrhnout vylepšení zkoumaných materiálů.
- Některé další připomínky jsou uvedeny formou dotazů v závěrečné části posudku.

### Výběr zdrojů, korektnost citací

B / 1,5

Student vychází z odpovídajícího počtu relevantních zdrojů. V práci je jasně zřejmé, které informace jsou přejaté a které jsou vlastním dílem autora. Citační etika tedy byla dodržena. Mám však určité výhrady k výběru zdrojů a formě citací:

- K dané problematice byla v zahraničí realizována řada výzkumů (namátkou uvádím <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100014>). Bylo by vhodné vyhledat a prostudovat související články (lze využít databáze Scopus a WoS). Mohou obsahovat řadu užitečných informací pro další vlastní výzkum autora. Vyhněte se tak opakování chyb, které už někdo v minulosti udělal, a získáte inspiraci pro vlastní výzkum.
- Řada citovaných zdrojů je poměrně archaických (před rokem 2000). Jejich použití by mělo být omezeno pouze na případy, kdy neexistují novější zdroje informací.
- Řada citací je neúplných, např. 8, 17, 18, 19, atd. Nestačí citovat pouze obecně webovou stránku, je nutno uvést přesnou adresu. Např. na Ebeton jsou stovky hesel a článků. Podle uvedené citace 17 nelze zdroj vámi citovaných informací dohledat.

### Formální a jazyková úroveň, srozumitelnost práce

A / 1,0

Z formálního hlediska je práce zpracována výborně. Je srozumitelná, přehledná, grafické výstupy mají dobrou kvalitu. Překlepy a gramatické chyby se vyskytují pouze ojediněle a žádná práce se jim zcela nevyhne.

### Další komentáře a hodnocení

Viz celkové hodnocení.

### 3. CELKOVÉ HODNOCENÍ, UVEDENÍ DOTAZŮ K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Práce se mi líbila z několika důvodů. Zaměřuje se na vysoce aktuální téma využití recyklovaných surovin v betonu. K tématu přistupuje kreativně, když se kromě klasického recyklátu snaží nahradit přírodní kamenivo i alternativním plastovým plnivem. Oceňuji aktivní přístup autora, který si pro realizaci práce dojednal spolupráci s několika externími partnery. Je patrná snaha o dosažení smysluplných a prakticky využitelných výstupů a nadšení autora pro řešené téma. Tyto klady výrazně převažují nad výše zmíněnými nedostatky, a proto práci jako celek hodnotím nejvyšší možnou známkou. K obhajobě doporučuji následující otázky:

- 1) Na str. 76 uvádíte, že plastová drť bude nahrazena speciálně upraveným plastovým recyklátem, jehož vlastnosti budou obdobné jako u přírodního kameniva. Nechce se mi příliš věřit tomu, že lze takové plastové kamenivo získat. Můžete uvést orientační porovnání tlakové pevnosti a modulu pružnosti stávající plastové drti, upraveného plastového recyklátu a běžného silikátového kameniva?
- 2) Jak je to s objemovou stálostí plastové drti a upraveného recyklátu, pokud jsou vystaveny zatížení? Tipnul bych si, že na rozdíl od běžného přírodního kameniva u nich bude docházet k postupné nevratné deformaci (dotvarování).
- 3) Na str. 80 uvádíte postup výroby čerstvého betonu s plastovým recyklátem. Proč nebyl recyklát dávkován přímo do míchačky? Uvedený postup s dodatečným mícháním v kolečku je v průmyslovém měřítku nepoužitelný.
- 4) Str. 92: Pokuste se formulovat hypotézu, proč má beton s plastovým kamenivem horší zpracovatelnost. Může to souviset s parametry samotného kameniva (tvar, podíl v receptuře betonu, hrubost povrchu, vlhkost, nasákavost) i s recepturou betonu (pokud byl upraven vodní součinitel). Potřebné parametry však v práci nejsou uvedeny.
- 5) Str. 102 a 103: Jak si vysvětlujete, že receptura s plastovým kamenivem dosáhla i přes mírně vyšší pevnost v tlaku a mírně vyšší provzdušnění betonu výrazně horšího výsledku ve zkoušce CHRL? V čem bude spočívat koncepce úpravy receptury?
- 6) Str. 102: Konstatujete, že výsledky jsou v souladu s očekáváním. Na základě čeho jste očekával, že receptura s plastovým kamenivem dosáhne vyšší pevnosti v tlaku než referenční běžný beton?

Pro diplomovou práci doporučuji určitě doplnit zkoušku modulu pružnosti betonu (s ohledem na předpoklad nízkého modulu pružnosti plastového recyklátu) a pokud to bude možné, tak i zkoušky reologických vlastností betonu (smršťování, dotvarování), které jsou klíčové pro chování betonu v konstrukci a stanovení rozsahu použitelnosti materiálu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm: A / 1,0

Datum: 29. 7. 2024

.....  
**oponent práce**  
*Petr Bílý*