

Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta  
**HODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE**  
POSUDOK OPONENTA PRÁCE

Názov práce: **MOŽNOSTI VYUŽITIA DRUHOTNÝCH MATERIÁLOV PRI VÝROBE  
BETÓNOVÝCH ZMESÍ**

Autor: **Ing. Jozef Junák, PhD.**

Odbor habilitačného konania *Environmentálne inžinierstvo* Akad. rok: **2019/2020**  
a inauguračného konania:

Oponent: **Prof. Dr. Ing. Martin-Tchingnabé Palou,**

Pracovisko oponenta: **Ústav stavbeníctva a architektúry, SAV**

**KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE**  
**AKTUÁLNOŠŤ ZVOLENEJ TÉMY HABILITAČNEJ PRÁCE:**

Aktuálnosť problematiky sa dá dokázať počtom literárnych 331 odkazov, z ktorých 96 predstavuje vedecké práce publikované v posledných 5 rokoch (2015 – 2019) a 25 od autora, čo poukazuje na aktuálny zámer výskumu v tejto oblasti. Problematika zhodnocovania odpadov je veľmi naliehavá z legislatívneho a praktického hľadiska. Hlavným cieľom odpadového hospodárstva je minimalizácia negatívnych účinkov vzniku a nakladania s odpadmi na zdravie ľudí a životné prostredie. Podľa vybraných údajov uvedených v habilitačnej práci a citovaných v [19] je zámer v tejto oblasti nasledovný:

- spoločný cieľ EÚ do roku 2030 recyklovať 65 % komunálnych odpadov,
- spoločný cieľ EÚ do roku 2030 recyklovať 75 % odpadov z obalov,
- záväzný cieľ do roku 2030 obmedziť skládkovanie na maximálne 10 % všetkého odpadu,
- zákaz skládkovania separovaných zložiek odpadu,
- podpora hospodárskych nástrojov na odklon od skládkovania,

Problematika predmetu habilitačnej práce je teda vysoko aktuálna aj v budúcnosti.

**METÓDY SPRACOVANIA HABILITAČNEJ PRÁCE:**

Habilitačná práca má 113 strán vrátane literatúry. Teoretická časť práce vychádza z rozsiahlych poznatkov svetovej literatúry (331) a uvádza potenciálny prínos v oblasti rozvoja stavebných hmôt. Ťažisko práce tvoria experimentálne postupy prípravy betónových zmesí využitím sklenených črepov alebo betónového recyklátu a popolčiek. Práca sumarizuje a komentuje výsledky vybraných fyzikálnych a mechanických vlastnostiach betónových zmesí s prihliadnutím na trvanlivosť pri skúškach mrazuvzdornosti a vodotesnosti. Práca je napísaná úhľadne a prehľadne a ukazuje autorov dobrý nadhľad nad predmetom habilitačnej práce. Ing. Jozef Junák, PhD. sa aktívne podieľal na riešení 8 vedeckovýskumných úloh zaoberajúcich sa problematikou environmentálneho inžinierstva. Autor vypracoval svoju habilitačnú prácu na báze jednej témy tejto vedeckej školy, čo zužuje jeho dlhodobú a bohatú skúsenosť v oblasti environmentálneho inžinierstva zameraného na výskum odpadového hospodárstva. Habilitačná práca sa skladá zo 4 kapitol. Po úvode prezentujúcom zámer habilitačnej práce, prvá kapitola pojednáva o súčasnom stave legislatívy v oblasti odpadového hospodárstva a nakladania s odpadom, nie len v SR, ale aj v EU a vo svete. Autor vymedzil precízne pojmy a definície odpadov, vedľajších produktov, materiálového a energetického zhodnocovania a pod. Druhá kapitola sumarizuje laterálny prehľad o rôznych minerálnych prímiesiach do cementu a do betónu, ktoré sa vyznačujú buď puzolánovou aktivitou alebo latentnou hydraulicitou. Treba zdôrazniť kvalitu spracovania laterálnych údajov. Aj napriek tomu sa v nej dajú nájsť drobné nepresnosti a preklepy, v podstate je práca napísaná štylisticky na vysokej úrovni.

**DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY HABILITAČNEJ PRÁCE A NOVÉ POZNATKY:**

V experimentálnej časti sa habilitant zaoberal vývojom betónových zmesí využitím betónového recyklátu alebo vyseparovanej zložky komunálneho odpadu (farebných črepov zo sklenených fliaš) ako náhradu kameniva a popolčiek ako náhradu spojiva, pričom bol použitý popolček zo spaľovne biomasy použitý ako náhrada cementu alebo teplárensky popolček vo forme geopolymérov na obalenie betónového recyklátu. Boli pripravené dve skupiny vzoriek:

- Betón s náhradou prírodného kameniva skleneným odpadom (prvú skupinu tvorili zmesi, ktoré ako spojivo obsahovali iba cement a boli pripravené s vodným súčiniteľom 0,56 a druhú polovicu tvorili zmesi s podobným plnivom a s 25hm.% náhradou spojiva popolčekom. Celkom 10 vzoriek pri kombinácii rôznych frakcií z prírodného kameniva a sklenených črepov)
- Betón s náhradou prírodného kameniva betónovým odpadom. 6 vzoriek betónu, pričom bol použitý teplárensky popolček pre výrobu geopolymérov na obalenie povrchu zrn recyklátu. Boli zvolené dva spôsoby modifikácie betónových agregátov: priamo počas samotnej prípravy betónových zmesí alebo samostatne pred použitím.

Hlavným cieľom povrchovej modifikácie (obaľovania) zrn betónového recyklátu geopolymérnou suspenziou bolo znížiť nasiakavosť a takto pozitívne ovplyvniť správanie sa čerstvej betónovej zmesi, a následne aj vlastnosti zatvrdnutého betónu.

Habilitant vykonával obrovské množstvo experimentálnych prác (10 betónových zmesí pri použití prírodného kameniva a sklenených črepov, 6 vzoriek pri náhrade prírodného kameniva betónovým recyklátom) s nasledujúcimi hlavnými parametrami: zloženie spojiva, rôzne granulometrické zloženie plniva, vodný súčiniteľ a doba ošetrenia.

Boli testované vybrané vlastnosti betónových kompozitov v čerstvom a zretom stave podľa príslušných noriem ako aj trvanlivosť vzoriek (mrazuvzdornosť a vodotesnosť).

Veľkým prínosom je environmentálne hodnotenie betónov na preukazovanie pozitívneho vplyvu využívania odpadov pri výrobe betónu.

## PRÍNOS PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY A TECHNIKY (UMENIA):

Dosiahnuté výsledky majú veľký význam pre prax: znižovanie energetickej náročnosti výroby spojiv a emisií CO<sub>2</sub> v dôsledku nahradzovania cementu popolčekom; šetrenie prírodného zdroja neobnoviteľných kamenív, minimalizácia zneškodňovania popolčeka skládkovaním a pod. Z hľadiska materiálového zhodnocovania odpadov ide o výrobu stavebných materiálov s relatívne dobrými úžitkovými vlastnosťami. Environmentálne hodnotenie vzoriek ukazuje, že náhradou spojiva v kombinácii s náhradou plniva by bolo možné znížiť náklady zohľadňujúce zaťaž životného prostredia až o 40%, na úroveň 250\$/1m<sup>3</sup>, keď náklady na výrobu referenčnej betonovej zmesi (G0) boli vyčíslené na 430\$/1m<sup>3</sup>.

## PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K HABILITAČNEJ PRÁCI:

Napriek vysokému oceneniu habilitačnej práce, kvality publikovaných príspevkov a osobnosti habilitanta, mám k práci pripomienky a otázky

### Formálne pripomienky

- Práca by mohla byť súborom kapitol publikovaných prác autora podľa schémy uvedených vedeckovýskumných grantových projektov (str.6) v odbore environmentálneho inžinierstva s dôrazom na odpadové hospodárstvo.
- Chyba kód (číslo) odboru habilitačného konania
- Autor tvrdí, že „Odhaduje sa, že pri výrobe jednej tony portlandského cementu sa do atmosféry uvoľní približne jedna tona oxidu uhličitého...“ na str. 19 a na str. 67 „Odhaduje sa, že na výrobu 1t cementu sa spotrebuje 3,1-5 GJ energie a vyprodukuje sa približne 0,73-0,99 t CO<sub>2</sub> emisií“. Tieto tvrdenia boli konzultované s cementárskym priemyslom na Slovensku?
- Str. 20. Je možné nahradiť slinok sadrovcom?
- Nie je správne považovať trosku, popolček a kremičitý úlet za odpad
- Je odporúčané používať jednotné slovo „karbonácia“ alebo „karbonatácia“

### Zásadné pripomienky

- Vplyv náhrady jednotlivých frakcií prírodného kamenivá ekvivalentnou frakciou sklenených črepor nie je dostatočne komentovaný. Prečo G1 má nižšiu objemovú hmotnosť a nasiakavosť než G0 a G2?
- Autor nestanovoval príspevok puzolánu na krátky a dlhodobý vývoj pevností, tzv. puzolánovú aktivitu.
- Je treba sa sústrediť na štúdium možnosti zlepšenia tranzitných zón pre dokonalú adhéziu cementovej pasty na povrchu plniva.

## OTÁZKY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE:

- Čo má na mysli habilitant, keď používa pojem „povrchovo aktivovaný betónový recyklát“?
- Je vôbec možné porovnávať popolček z biomasy s teplárskym popolčekom?
- Ako plánuje habilitant presvedčiť trh o kvalite betónu na báze sklenených črepor a betónových recyklátov? Viem, že stavebníctvo je konzervatívne.
- Ako si predstavujete habilitant rozvoj odboru z hľadiska jeho pedagogickej pôsobnosti?

## SPLNENIE SLEDOVANÝCH CIEĽOV HABILITAČNEJ PRÁCE:

Na základe vykonaných prác a dosiahnutých výsledkov zo skúšania kompozitov s náhradou prírodného kamenivá skleneným odpadom alebo recyklovaným betónom je možné konštatovať, že existuje veľký potenciál na využitie odpadového skla a demoličného betónu rôznej zrnitosti ako náhrady plniva v betónových zmesiach. Týmto je splnený cieľ habilitačnej práce.

## CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ A ZÁVER:

Ing. Jozef Junák, PhD. nepochybne riešil vysoko aktuálnu problematiku udržateľnosti betonárskeho priemyslu na vysokej úrovni s vysokým vedeckým prínosom a vysokým potenciálom aplikácie v praxi. Habilitant bol vedúcim bakalárskych a diplomových prác, je autorom niekoľkých monografií a spoluriešiteľom mnohých vedeckovýskumných prác. Jeho výsledky boli publikované v impaktovaných časopisoch a prezentované na rôznych národných a medzinárodných konferenciách. Ing. Jozef Junák, PhD. má bohatú pedagogickú činnosť.

Predložená habilitačná práca spĺňa podmienky kladené na tento druh vedeckopedagogických prác, a preto odporúčam príslušnej habilitačnej komisii ju prijať ako podkladový materiál pre habilitačné konanie a po jej úspešnom obhájení udeliť Ing. Jozefovi Junákovi, PhD., v zmysle Vyhlášky MŠ SR č. 246/2019 Z.z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umeleckopedagogických titulov docent a profesor vedeckopedagogickú hodnosť „docent, v skratke doc.“ v odbore environmentálne inžinierstvo.

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia

**ODPORÚČAM prijať k obhajobe**

a po jej obhájení navrhujem udeliť vedecko-pedagogický titul "docent (doc.) v odbore "

Podpisom na tomto posudku zároveň súhlasím s licenčnými podmienkami obsiahnutými v licenčnej zmluve na použitie posudku záverečnej práce, ktorá je súčasťou tohto posudku.

Dátum 18.02.2020 .....

.....  
podpis autora posudku