

Mladá veda

Young Science

Systém manažérstva kvality v cestovnom ruchu
Analýza akciového trhu v krajinách V4
Migrácia ako celospoločenský problém
zasahujúci Európu

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 5, ročník 6., vydané v decembri 2018

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Ginko dvojľaločné, Prešov. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

OVPLYVNENIE VLASTNOSTÍ ĽAHKÝCH BETÓNOV DRUHOM SPOJIVA

AFFECTING THE PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BY THE TYPE
OF BINDER

Andrea Biskupičová¹

Autor pôsobí ako interný doktorand na Stavebnej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje problematike ľahkých betónov s využitím recyklovaných penových plastov ako náhrady plniva.

Author works as an internal PhD. student at the Faculty of Civil Engineering of the Slovak University of Technology in Bratislava. Her dissertation thesis is about lightweight concrete based on recycled foam plastics as a filler.

Abstract

Cement consumption increases every year, with annual consumption of approximately 3 billion tons of cement. Nowadays, there are made a lot of researchers to find an alternative to the most commonly used binder - cement. Potential variation of cement can be also binders based on polymers. In the experiment, the effect of organic based binder 4,4'MDI on the selected properties of lightweight concrete will be examined, compared to reference samples made with cement. As the filler will be used polystyrene and EVA plastic in various proportions.

Key words: lightweight concrete, organic binder, cement, polystyrene, EVA

Abstrakt

Celková spotreba cementu každoročne narastá, ročná spotreba predstavuje približne 3 miliardy ton cementu. V súčasnosti sa hľadajú možnosti náhrady cementu alternatívnymi spojivami. Potenciálnou náhradou cementu môžu byť aj spojivá na báze polymérov. V príspevku sa uvádzajú výsledky vlastností ľahkých betónov, ktoré sa dosiahli pri použití organického spojiva 4,4'MDI. Ako referenčné spojivo sa použil cement. Ako plnivo bol použitý polystyrén a EVA plast v rôznych pomeroch.

Kľúčové slová: ľahký betón, organické spojivo, cement, polystyrén, EVA

¹ Adresa pracoviska: Ing. Andrea Biskupičová, Katedra materiálového inžinierstva, Stavebná fakulta STU v Bratislave, Radlinského 11, 810 05, Bratislava
E-mail: andrea.biskupicova@stuba.sk

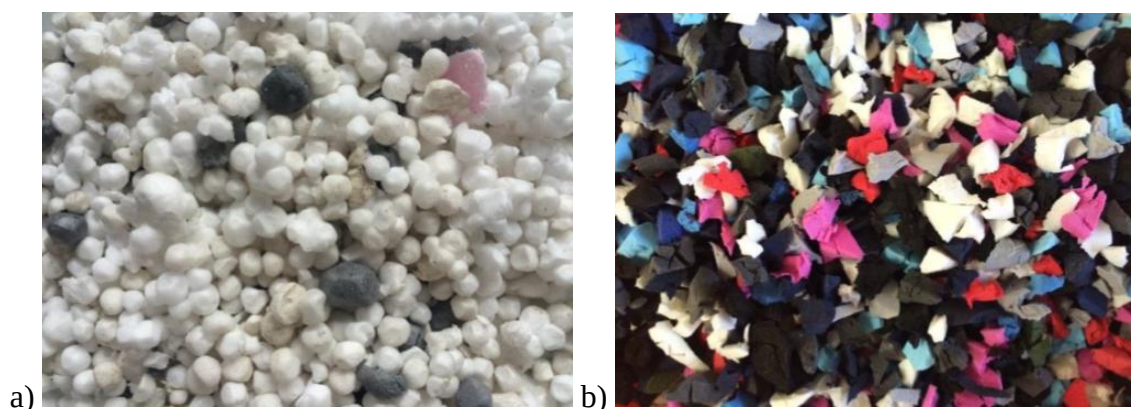
Úvod

Cement predstavuje najpoužívanější spojivo v stavebníctve a jeho spotreba každoročne narastá. V súčasnosti sa vedie množstvo experimentálnych výskumov za účelom hľadania novej alternatívy cementu na organickej a anorganickej báze [4-6]. Medzi perspektívne organické spojivá patrí metyléndifenyldiizokyanát na báze polyuretánu, vyskytujúci sa v podobe troch izomérov – 2,2 2,4 a 4,4' MDI. Jeho ročná spotreba predstavuje viac ako 6 miliónov ton. Zároveň sa experimentuje aj v oblasti plnív. Hľadajú sa tiež možnosti využiť recyklované materiály (plasty, drevná štiepka), používajú sa prírodné materiály (konope). Najpoužívanším recyklovaným polymérom na výrobu ľahkých betónov je penový polystyrén. Keďže sa jedná o jeden z najstarších polymérov, jeho vlastnosti sú značne preskúmané [1,2]. Predstavuje lacný termoplastický materiál, ľahko vytvára zmesi a kopolyméry. Je netoxický, nenavlhavý, odolný voči plesniam. Polystyrénbetón sa využíva najmä pri výstavbe menších obytných budov, deliacich stien, stropných konštrukcií a pod. Má nízku objemovú hmotnosť ($200-900 \text{ kg/m}^3$), dobré mechanické vlastnosti (pevnosť v tlaku $0,3 - 1,8 \text{ MPa}$), výborné tepelno-izolačné vlastnosti (súčiniteľ tepelnej vodivosti $0,057 - 0,235 \text{ W/m.K}$), rýchlo tuhne (realizácia ďalšej vrstvy už po 24 hod.) [7]. Ako potenciálna alternatíva polystyrénbetónu sa ukazuje byť betón s použitím EVA plastu ako plniva. Etylénvinyl acetát (EVA) má výborné elastoméne vlastnosti, je netoxický, odolný voči nárazom, korózii, slnečnému a UV žiareniu. V stavebníctve sa používa napríklad na výrobu rôznych druhov fólií [3,10].

Príspevok sa zaoberá sledovaním vybraných vlastností (objemová hmotnosť, pevnostné parametre, súčiniteľ tepelnej vodivosti) ľahkých betónov s použitím dvoch rôznych druhov spojiva a s využitím recyklovaných penových plastov ako plniva.

Použité materiály

Ako plnivo boli použité dva druhy penových plastov – polystyrén (PS) frakcie 4/8mm a etylvinyl acetát (EVA) plast frakcie 4/8mm v rôznych pomeroch – 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1.



Obr. 1 - Plnivo a) penový polystyrén b) EVA plast

Zdroj: autor

V experimente boli použité dva druhy spojiva – izomér 4,4' MDI a portlandský troskový cement CEM II/B-S 32,5 R (výrobca Cemmac a.s. Horné Slnie). Na základe predošlého výskumu [7-9] bolo stanovené optimálne množstvo jednotlivých spojív (Tab.1).

Ako zámesová voda pri spojive cement bola použitá voda z vodovodnej siete. V prípade všetkých zámesí s použitím cementu bol konštantný vodný súčiniteľ.

Zámes	Plnivo [l]		Spojivo		Voda [l]
	PS	EVA	CEM II/B-S 32,5R [kg]	4,4'MDI [l]	
E/PS1 ₁	0	8	0	0,6	0
E/PS1 ₂	0	8	1,4	0	0,7
E/PS2 ₁	2	6	0	0,6	0
E/PS2 ₂	2	6	1,4	0	0,7
E/PS3 ₁	4	4	0	0,6	0
E/PS3 ₂	4	4	1,4	0	0,7
E/PS4 ₁	6	2	0	0,6	0
E/PS4 ₂	6	2	1,4	0	0,7
E/PS5 ₁	8	0	0	0,6	0
E/PS5 ₂	8	0	1,4	0	0,7

Tabuľka 1 - Zloženie zámesí

Zdroj: autor

Výroba vzoriek

Jednotlivé zložky boli dávkované hmotnostne (cement) a objemovo (plnivo, spojivo 4,4'MDI, zámesová voda). Miešanie bolo vykonané ručne. Zo zámesí boli vyrobené vzorky tvaru kocky s rozmermi 100x100x100mm. Z každej zámesi sa vyrobili 3 vzorky (v prípade spojiva 4,4'MDI), resp. 6 vzoriek (spojivo cement). Celkovo bolo vyrobených 5 zámesí s rozdielnymi pomermi plniva pre každý druh spojiva.

Na vyrobených vzorkách bola sledovaná objemová hmotnosť ρ , súčiniteľ tepelnej vodivosti λ a pevnosť v tlaku definovaná ako napätie v tlaku pri 2,5; 5; 7,5 a 10% deformácii. V prípade vzoriek s cementom boli vlastnosti sledované po 28 dňoch vo vlhkom prostredí a následne po 14 dňoch v laboratórnom prostredí. Na vzorkách s použitím organického spojiva 4,4'MDI boli vlastnosti sledované po 7 dňoch.

Výsledky experimentov

Výsledky vykonaných meraní sú uvedené v tab.2. Zároveň sú znázornené na grafoch 1-3.

Objemová hmotnosť ľahkého betónu sa v oboch prípadoch spojív znižovala s pridávaním množstva polystyrénu v zámesi. Vzorky s použitím 4,4'MDI ako spojiva dosiahli nižšie hodnoty ($220 - 120 \text{ kg/m}^3$) ako vzorky s cementovým spojivom ($390 - 260 \text{ kg/m}^3$).

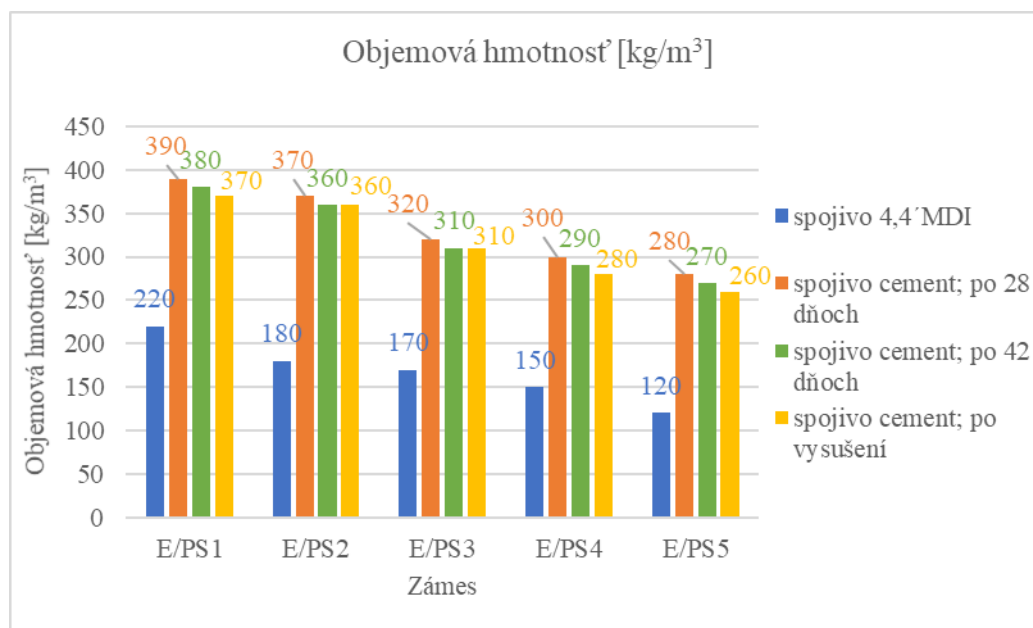
So zvyšujúcim sa množstvom polystyrénu vo vzorkách súčiniteľ tepelnej vodivosti klesal v prípade oboch spojív. Vzorky s použitím spojiva cement dosahovali vyššie hodnoty ($0,0935 - 0,0580 \text{ W/m.K}$) ako vzorky s použitím spojiva 4,4'MDI ($0,0696 - 0,0491 \text{ W/m.K}$) ale stále je možné hovoriť o výborných tepelno-izolačných vlastnostiach. Cementové vzorky taktiež

vykazovali vyššie hodnoty pevnosti v tlaku (0,14 – 0,25MPa) v porovnaní s ľahkými betónmi so spojivom 4,4' MDI (0,04 – 0,09 MPa).

Zámes	Objem. hmotnosť [kg/m ³]			Súčiniteľ tep. vodivosti [W/m.K]			Napätie [MPa]			
	po 28 d.	po 42 d.	po vysušení	po 28 d.	po 42 d.	po vysušení	2,5%	5%	7,5%	10%
E/PS1 ₁	220			0,0696			0,05	0,07	0,08	0,09
E/PS1 ₂	390	380	370	0,0935	0,0874	0,0871	0,15	0,16	0,16	0,17
E/PS2 ₁	180			0,0605			0,04	0,05	0,06	0,07
E/PS2 ₂	370	360	360	0,0896	0,0842	0,0830	0,14	0,15	0,16	0,16
E/PS3 ₁	170			0,059			0,04	0,06	0,07	0,08
E/PS3 ₂	320	310	310	0,0727	0,0708	0,0700	0,24	0,25	0,24	0,23
E/PS4 ₁	150			0,0551			0,04	0,06	0,07	0,08
E/PS4 ₂	300	290	280	0,0704	0,0672	0,0659	0,21	0,22	0,21	0,21
E/PS5 ₁	120			0,0491			0,04	0,05	0,06	0,07
E/PS5 ₂	280	270	260	0,0658	0,0603	0,0580	0,14	0,15	0,15	0,15

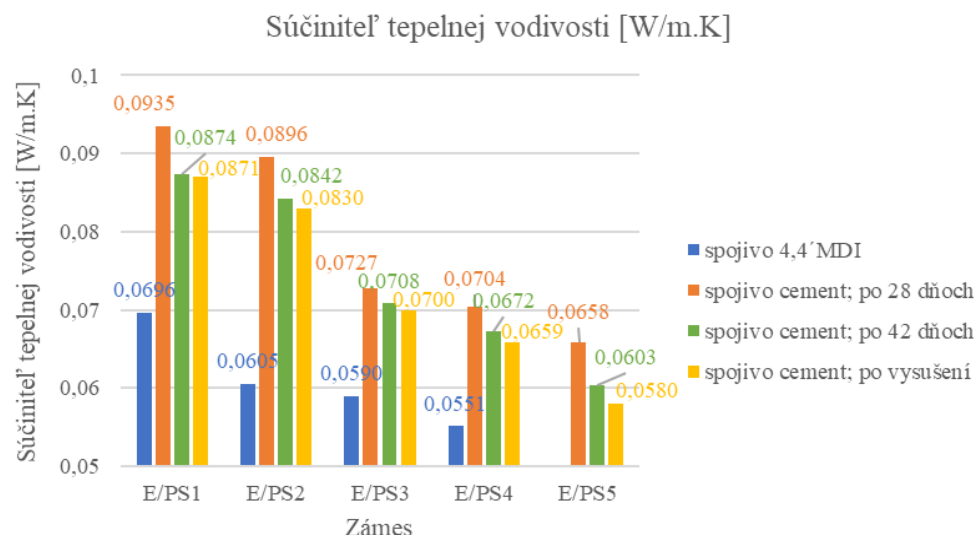
Tabuľka 2 - Sledované vlastnosti vzoriek

Zdroj: autor

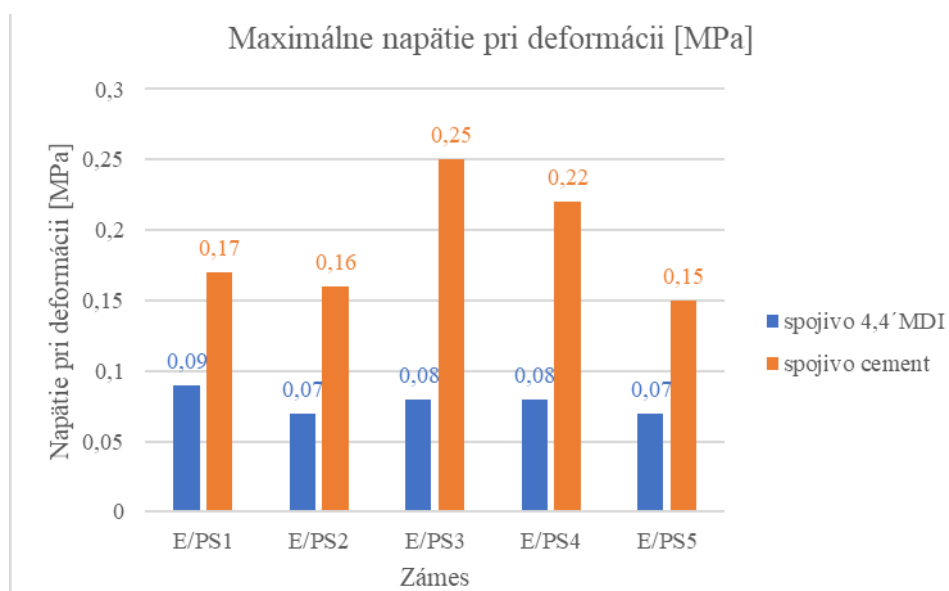


Graf 1 – Objemová hmotnosť vzoriek

Zdroj: autor



Graf 2 – Súčiniteľ tepelnej vodivosti
Zdroj: autor



Graf 3 – Maximálne napätie pri deformácii
Zdroj: autor

Záver

Dosiahnuté výsledky preukázali, že ľahké betóny na báze organického spojiva vykazovali lepšie hodnoty teplotných vlastností v porovnaní s ľahkými betónmi na báze cementu. Na druhej strane dosahovali nižšie hodnoty pevnosti v tlaku.

Výsledky však potvrdili, že tieto materiály sú perspektívne pre použitie v stavebnej praxi. Pre konkrétne aplikácie však treba ďalej optimalizovať zloženie kompozitov a nastaviť potrebné parametre materiálov.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.*

Použitá literatúra

1. KOVAČIČ Ľ. – BÍNA J., 1974: *Plasty. Vlastnosti, spracovanie, využitie*. Bratislava: Alfa.
2. ROUSEKOVÁ I., 1985: *Plastické látky*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave
3. ŠVEDA, Mikuláš, 2007: *Izolácie II*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. ISBN 978-80-227-2612-2.
4. ŠTEFKOVÁ D. – TUPÝ M. – SOUTIRIADIS K. – ŠAMÁRKOVÁ K. – CHOBOLA Z., 2014. Non-destructive Acoustic Testing of High-temperature Degraded Composite Cementations Materials Containing Rubber Aggregates and Ethylen Vinyl Polymer Binder. In: *Advanced Material Research* [online]. Č. 1000, s. 334-337. [cit. 12.9.2018] ISSN 1662-8985. Dostupné z: <https://www.scientific.net/AMR.1000.334>
5. PELISSER F. – BARCELOS A. – SANTOS D. – PETERSON M. – BERNARDIN A. M., 2001: Lightweight concrete production with low Portland cement consumption. In: *Journal of Cleaner Production*. Vol. 23, s. 68-74.
6. SUKONTASUKKUL P., 2009: Use of crumb rubber to improve thermal and sound properties of pre-cast concrete panel. In: *Construction and Building Materials*. Vol. 23, s. 1084 – 1092.
7. GREGOROVÁ V., 2013: Vplyv recyklovaného polystyrénu ako plniva do ľahkých betónov na ich fyzikálne a tepelno-fyzikálne vlastnosti. In: *Mladá veda*, Vol. 2, s. 99-105, ISSN 1339-3189.
8. DAUBNEROVÁ A.: Sledovanie fyzikálno-mechanických vlastností ľahkého betónu s použitím EVA plastu ako plniva. In: XXIII. Medzinárodná konferencia CONSTRUMAT 2017, CD, ISBN 978-80-227-4689-2.
9. DRAGOMIROVÁ J. – UNČÍK S., 2017. *Využitie recyklovaného EVA plastu na výrobu tepelnoizolačných polymérbetónov*. Diplomová práca. Bratislava.
10. H & C, 2018. *EVA filmové spracovanie s nízkou teplotou pre PDLC Smart Laminovanie (EVATREND 80 – 120)* [cit. dňa 12.09.2018]. Dostupné z: <http://www.huichipdlc.com/eva-film/high-transparent-eva-film-for-outdoor/low-temperature-processing-eva-film-for-pdlc.html>