

Stavební systém na bázi odpadního sádrokartonu z demolic

Pavel Tesárek, Zdeněk Prošek, Jan Valentin

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR

e-mail: pavel.tesarek@fsv.cvut.cz

Hana Sekavová

KNAUF Praha spol. s r.o., Mladoboleslavská 949, 197 00 Kbely, ČR

Jiří Podolský

MORAVOSTAV Brno, a.s. stavební společnost, Maříkova 1, 621 00 Brno, ČR

Abstrakt

V poslední době stoupá zájem o suchou výstavbu, a to především v podobě sádrokartonových desek. Z tohoto důvodu stoupá i poptávka po sádrokartonových deskách a výrobci musí řešit problematiku vhodného zdroje sádry, resp. sádrovce. Logickým zdrojem je použít sádrokarton z demolic budov, ale z důvodů kontaminace je jeho využití při výrobě sádrokartonových desek problematické. Existují i další možnosti jeho efektivního využití. A právě proto byl navržený ve spolupráci s průmyslovými partnery stavební systém na bázi sádry, který obsahuje upravený sádrokartonový odpad z demolic. Základem systému jsou plné nebo lehčené sádrové bloky, lepidla a stěrky na bázi sádry. Příspěvek publikuje výsledky projektu TA ČR Trend 3 č. FW03010054 Recyklace a přeměna stavebního sádrokartonového odpadu na nové stavební výrobky a aplikace s přidanou hodnotou a projektu HORIZON 2020+ č. 101058580 Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management.

Klíčová slova: Gypsum, Recycling, Building Envelope.

Úvod

V rámci předchozího výzkumu byla na Fakultě stavební ČVUT v Praze ve spolupráci s průmyslovými partnery možnost využití odpadu, který vzniká při výrobě sádrokartonových desek (dále SDK). Podařilo se vrátit část odpadu z výroby do nových SDK desek, po úpravě SDK recyklátu. V rámci výzkumu byla zkoumána možnost i dalšího využití, např. pro výrobu lepidla nebo stěrky na bázi sádry. Upravená sádrová hmota z recyklátu byla přidána ke kalcinované sádře, která byla vyrobená z energosádrovce, případně byla modifikovaná pomocí dalších přísad a aditiv. V poslední fázi výzkumu byla sádrová hmota použita i na výrobu sádrových bloků. V rámci řešení projektu TA ČR Trend 3 č. FW03010054 "Recyklace a přeměna stavebního sádrokartonového odpadu na nové stavební výrobky a aplikace s přidanou hodnotou" byla testována varianta stavebního SDK, který je kontaminovaný a jeho čistota a další využití je proto problematické". Hlavním cílem bylo ověření, jestli i stavební SDK lze efektivně využít. Nejdříve byla navržena a otestována suchá sádrová směs. Následně se vývoj zaměřil na výrobu bloků na bázi sádry pro obvodové pláště budov, jako alternativu např. k porobetonovým výrobkům [1, 2].

Materiály a vzorky

Použitý materiál byl upravený SDK recyklát ze stavby v okolí Prahy a byl upravený pomocí recyklační linky vyvinuté ve společnosti Lavaris s.r.o. v Libčicích nad Vltavou. Pro experiment bylo zvoleno několik variant sádrové směsi s různým obsahem přidaných PP mikrovláken (pro zlepšení stability pěny a mechanických vlastností) a množstvím pěny. Vlastní výroba probíhala pomocí ručního míchače za

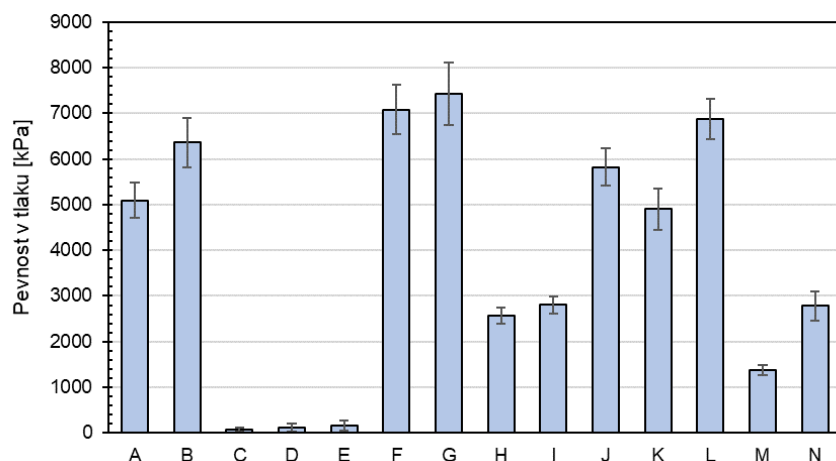
stejných podmínek (počet otáček, délka míchání, pořadí vkládání jednotlivých složek atd.). Složení použitých sádrových směsí je uvedeno v Tab. 1.

Tab.1: Složení testovaných lehčených směsí.

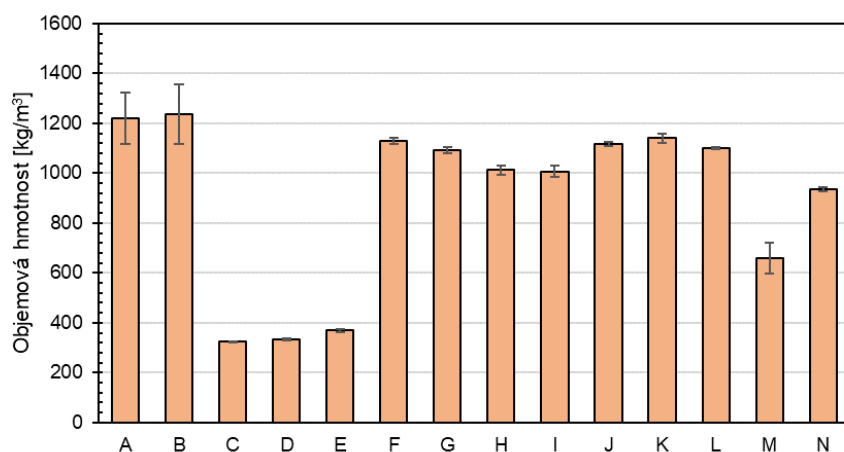
Označení směsi	Kalcinovaný sádrovec (kg)	Voda (kg)	w/g (-)	Vlákná (g)	Pěna	Pěnotvostná přísada (g)
A	3,0	2,1	0,70	0	-	0
B	3,0	2,1	0,70	15	-	0
C	3,0	2,1	0,70	0	ex-situ	30
D	3,0	2,1	0,70	15	ex-situ	30
E	3,0	2,1	0,70	15	ex-situ	15
F	3,0	2,1	0,70	0	-	0
G	3,0	2,1	0,70	15	-	0
H	3,0	1,8	0,60	15	in-situ	60
I	3,0	1,8	0,60	15	in-situ	45
J	3,0	1,8	0,60	0	in-situ	30
K	3,0	1,8	0,60	15	in-situ	30
L	3,0	1,8	0,60	15	in-situ	15
M	3,0	2,1	0,70	15	in-situ	60
N	3,0	1,6	0,53	15	in-situ	60

Experimentální metody a výsledky

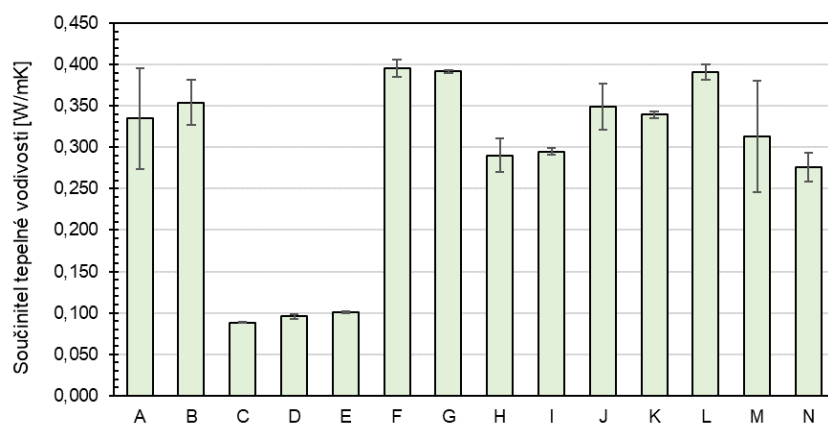
Mezi sledovanými vlastnostmi byla pevnost v tlaku, jako důležitý faktor ovlivňující využitelnost materiálu (Obr. 1), objemová hmotnost (Obr. 2) a součinitel tepelné vodivosti (Obr. 3). Z každé směsi bylo odlitých 6 krychlí o hraně 100 mm. Po odformování byla každá krychle zvážena a uložena v laboratorním prostředí s průměrnou teplotou 25 °C a relativní vlhkostí 55 %. Po 7 dnech byly vzorky zváženy a byla stanovena jejich objemová hmotnost. Pomocí přístroje Isomet byla pro každý vzorek stanovena hodnota součinitele tepelné vodivosti (W/mK), dále stanovena průměrná hodnota a směrodatná odchylka. Následně na nich byla provedena zkouška pevnosti v tlaku při ploše zatěžování 100/100 mm. Z naměřených hodnot byl vypočtený aritmetický průměr a směrodatná odchylka pro jednotlivé sady.



Obr. 1: Výsledky pevnosti v tlaku



Obr. 2: Výsledky objemové hmotnosti



Obr. 3: Výsledky Součinitel tepelné vodivosti

Vzorky A, B, F a G jsou referenční bez aplikace pěnotvorné přísady. U vzorků C, D a E byla pěna vyráběná ex-situ a následně vmíchaná do sádrové kaše. Vyrobené vzorky dosahují nejlepších tepelně-technických vlastností, a to pro součinitele tepelné vodivosti hodnot okolo 0,1 W/mK. Množství pěnotvorné přísady nemá zásadní vliv na výsledné vlastnosti. Velkou nevýhodou těchto sad je nízká pevnost v tlaku okolo 200 kPa. Uvedené směsi to limituje a nelze je použít jako "nosnou" část

konstrukce. Oproti tomu, se pro ně jeví výhodné využít v rámci sádrového bloku pro vylehčené jádro, kde bude tvořit tepelně-izolační výplňový materiál, a tím blok splní závazný parametr minimálního součinitele tepelné vodivosti 0,16 W/mK, který byl dán v rámci návrhu projektu. U sad H až N byla použita pěna vytvořená stylem in-situ, tzn., že pěna byla vyrobena v rámci míchání sádrové kaše díky otáček míchacího zařízení. Vyrobené vzorky se spíše jeví jako použitelné samostatně jako homogenní materiál v konstrukci, neboť mají pevnost okolo 3 MPa a vyšší.

Kromě výroby normových vzorků o velikosti 100/100/100 mm, které slouží pro testování materiálových vlastností, byly vyrobeny i vzorky větší velikosti dle formy vlastního návrhu (Obr. 5) s rozměry 200/250/500 mm. Návrh bloku byl vytvořen tak, aby bylo možné konstrukci vyhotovit suchou cestou a styčné a ložné spáry neovlivňovali tepelně technické vlastnosti budoucího stavebního systému. Pro výrobu směsí byly použity perspektivní varianty z předchozího výzkumu s vodním součinitelem 0,53 a 0,6. Materiálové vlastnosti se liší především v poměru objemová hmotnost proti mechanické vlastnosti / tepelně-technické vlastnosti. U bloků byla stanovena objemová hmotnost, neboť je to parametr, který u lehčených bloků nepřímo určuje pevnost v tlaku a i tepelně technické vlastnosti. V případě vodního součinitele 0,6 byla objemová hmotnost $998 \pm 80 \text{ kg/m}^3$ a v případě vodního součinitele 0,54 byla objemová hmotnost $668 \pm 57 \text{ kg/m}^3$.



Obr. 5: Poloprovozně vyrobené a sestavené sádrové bloky.

Závěr

V podstatě připadají do úvahy dvě základní varianty a třetí optimální varianta. Pro vzorky s vyšší objemovou hmotností budou dosahovat tvárnice vyšších pevností, ale bude dosahovat horší hodnoty tepelně-technických vlastností. Pro vzorky s nižší objemovou hmotností budou dosahovat tvárnice nižších pevností, ale bude dosahovat lepší hodnoty tepelně-technických vlastností. Jako optimální varianta se jeví kompromisní řešení – podle specifik konkrétního zadání.

Poděkování

Příspěvek byl podpořený projektem TA ČR Trend 3 č. FW03010054 “Recyklace a přeměna stavebního sádrokartonového odpadu na nové stavební výrobky a aplikace s přidanou hodnotou” a projektu HORIZON 2020+ č. 101058580 “Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management”.

Literatura

[1] Trejbal, J. a kol.: Recyklace sádrových výrobků pomocí vysokorychlostního mikromletí, In: RECYCLING 2019 - Recyklace a využití stavebních odpadů jako druhotných surovin. Brno: Vysoké učení technické Brno, 2019. p. 113-116. ISBN 978-80-214-5728-7.

[2] Prošek, Z. a kol: Sádrokartonový odpad a jeho recyklace, Odpadové fórum. 2020, 21(3), 23-25. ISSN 1212-7779.