

## ODPADY Z TĚŽBY A ZPRACOVÁNÍ KAMENE JAKO KVALITNÍ VSTUPNÍ KOMPONENTY PRO VÝROBU STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ A HMOT

Wastes from mining and processing of stone as quality input components for the production of building materials

VÁCLAV VACHUŠKA<sup>1</sup>

### Abstrakt

Jemné anorganické odpadní materiály (JAOM) tvoří jednu z největších ekologických zátěží, které ve světě vznikají. Jejich zdrojem jsou zejména technologie spalování tuhých paliv (teplárny a elektrárny spalující zejména uhlí), technologie těžby a úpravy přírodního kamene, broušení betonových výrobků, skla atd.

JAOM vznikají jako vedlejší produkty jiných technologických procesů a podle jejich účelu, dalšího možného použití a druhu vstupních surovin se jedná většinou o materiál s variabilním mineralogickým a chemickým složením, dokonce s různými mechanicko-fyzikálními vlastnostmi. Pro možné uplatnění JAOM ve stavebnictví existují různé pohledy.

Přímé využití v běžné výrobě stavebních hmot, zejména betonu je množství jemných částic ( $d \leq 0,063$  mm) limitováno. Je to z technologických důvodů, kdy v běžných betonářských technologiích je jejich navýšení obvykle doprovázeno zvýšením podílu množství pojiv a vody, což je z různých důvodů také ve většině postupů nežádoucí. Další výhodnou formou uplatnění jemných anorganických odpadních materiálů je jejich masivní využití při výrobě umělého kameniva, například FOMAPOR<sup>®</sup> a to i z odprašků vznikajících při těžbě a zpracování přírodního kamene.

**Klíčová slova:** odpadní materiál, odprašek, umělé kamenivo

### Abstract

Fine inorganic waste materials (JAOM) constitute one of the greatest environmental burdens that arise in the world. Their sources are mainly solid fuel combustion technology (heat and power plant burning mainly coal), mining and treatment of natural stone, grinding concrete products, glass, etc.

JAOM formed as by-products and other technological processes according to their purpose, another potential use and the type of feedstock is usually a material with variable mineralogical and chemical composition, even with different mechanical and physical properties. For possible application JAOM in construction there are different views.

Direct use of common building materials, especially concrete, is the amount of fine particles ( $d \leq 0.063$  mm) limited. It is for technological reasons, when in ordinary concrete technology is usually accompanied by an increase in their share increasing amount of binder and water, which is one reason the most undesirable practices. Another convenient form of the exploitation of fine inorganic waste materials is their massive use in the manufacture of artificial stone, such as FOMAPOR<sup>®</sup> and dust resulting from the extraction and processing of natural stone.

**Key words:** waste material, dust, artificial aggregates

### Úvod

Cílem této přednášky je seznámení odborné veřejnosti s výsledky laboratorních prací a následných poloprovodních ověření uplatnění odpadních materiálů – různých druhů odprašků vznikajících při těžbě různých druhů hornin.

Technologickým postupem, který je prozatím předmětem vlastního know-how bylo z níže uvedených odprašků vyrobeno pórovité kamenivo FOMAPOR<sup>®</sup> s definovaným minimálním podílem JAOM na celkovém množství použitých suchých vstupních komponentů nezbytných jeho výrobu, při snaze dosažení co nejnižší sypané objemové hmotnosti a nejvyšší odolnosti proti drcení (pevnosti) umělého kameniva. Takto definované parametry umožňují potenciálním výrobcům umělého kameniva jeho široké uplatnění při velmi nízkých nákladech na jeho vlastní výrobu. Samotný výrobní proces probíhá při 20 °C.

---

<sup>1</sup> Ing., EKOGEN, spol. s r. o., Komenského 59, Strakonice, vachuska@ekogen.cz



Obr. 1 Lehké umělé pórovité kamenivo FOMAPOR®

Tab. 1 Srovnání umělého kameniva FOMAPOR® s alternativními dostupnými umělými kamenivými

Název	Podíl odpadních materiálů (%)	Frakce kameniva d (mm)	Rozsah sypaných objemových hmotností $\rho_s$ ( $\text{kgm}^{-3}$ )	Rozsah odolnosti proti drcení (pevnosti) $C_A$ (MPa)	Teplota výroby ( $^{\circ}\text{C}$ )
RUGEN®	85 - 100	4 / 8	500 - 1200	2 - 20	20
	85 - 100	8 / 16	400 - 1000	1 - 12	20
FOMAPOR®	66 - 85	2 / 4	300 - 800	0,1 - 4	20
	66 - 85	4 / 8	300 - 800	0,1 - 3	20
SioPor	0	0,1 / 1	120 - 160	0,08	300
	0	0,63 / 2,5	60 - 100	0,03	300
	0	2,5 / 4	60 - 80	0,01	300
Poraver	100	2/4, 4/8	145 - 230	1,3	900
LIAPOR	0	4 / 8	450	1,7	>1100
	0	8 / 16	275	0,6	>1100

### Experimentální část

Z vybraných dostupných surovin – neupravených odprašků z různých míst těžby přírodního kamene v ČR bylo vyrobeno umělé kamenivo FOMAPOR®, s parametry, které jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2 Vyhodnocení sledovaných parametrů umělého kameniva FOMAPOR® z různých odprašků vznikajících při těžbě a úpravě kamene podle pevnosti

Z	Označení	Sypaná objemová hmotnost umělého kameniva FOMAPOR® ( $\text{kgm}^{-3}$ )	Odolnost proti drcení $C_A$ (MPa)	Podíl odprašku z celkového množství suchých vstupních komponentů (%)	Název odprašku
3	221106	599	0,800	67,5	ZNĚLEC
1	211106	539	0,680	67,5	ČEDIČ
1	181006	539	0,622	67,5	ZNĚLEC
1	261006	537	0,573	67,5	DROBA
2	091006	444	0,530	67,5	ZNĚLEC
2	141106	512	0,530	67,5	SPLIT
1	061006	376	0,436	67,5	Vápenec Vitošov
3	071106	495	0,380	67,5	PORFYR
1	141106	638	0,380	67,5	Kal Teraso HD
2	231106	552	0,350	67,5	ŽIVEC
2	131106	524	0,260	67,5	MELAFYR

Z dosažených výsledků je patrné, že pro výrobu umělého kameniva FOMAPOR je možné použít různé druhy odprašků a to i při jejich vysokém zastoupení z celkového množství suchých vstupních komponentů. Bez dalšího hodnocení parametrů samotných odprašků je zjevné, že bez další úpravy – v přímém použití mají významný vliv na sledované parametry a to zejména – odolnost proti drcení (pevnost). Přímé použití odprašků je ale ekonomicky velmi výhodné, protože k jejich dalšímu výhodnému použití není potřeba dalších technologií a nákladů.

Vybrané umělé kameniva uvedené v tabulce 2 byly dále použity pro výrobu lehkých hutných betonů, jejichž výsledky jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 Dosažené výsledky lehkých hutných betonů s kamenivem FOMAPOR®

Název	Zkušební tělesa 150 x 150 x 150 mm				Trámečky 40 x 40 x 160 mm		Zkušební tělesa
	7 dnů		28 dnů		28 dnů		
	R <sub>7</sub>	objemová hmotnost	R <sub>28</sub>	objemová hmotnost	R <sub>c</sub>	R <sub>i</sub>	objemová hmotnost ve vysušeném stavu
	MPa	kgm <sup>-3</sup>	MPa	kgm <sup>-3</sup>	MPa	MPa	kgm <sup>-3</sup>
1/4/6/8	20,5	1823	29,5	1830	33,8	4,7	1699
2/2/6/8	24,5	1778	26	1776	26,6	4,4	1632
1/10/6/8	12	1608	15	1591	15,1	3,6	1489
2/10/6/8	11	1628	13,5	1586	17,4	4,5	1474

#### Závěr

Závěrem je možné říci, že odprašky vznikající při těžbě a zpracování kamene z různých zdrojů mohou mít přímé a masivní uplatnění při výrobě nových druhů stavebních materiálů – například umělého kameniva FOMAPOR®. Nejdůležitější parametry umělého kameniva, které byly ověřeny, umožňují přímé efektivní použití umělého kameniva ve formě různých zásypů, násypů a vyrovnávacích vrstev, ale i ve výrobě lehkých stavebních konstrukcí a výrobě lehkých betonů. Vzhledem k dostatečnému množství odprašků je možné parametry kameniva FOMAPOR® cíleně řídit k dosažení požadovaných vlastností s co nejlepším uplatněním na trhu stavebních materiálů. Nezanedbatelná úspora se projeví pro výrobce umělého kameniva FOMAPOR® snížením množství skládkovaných odprašků a snížením nákladů spojených s jejich likvidací.

#### Použitá literatura

[1] Interní materiály a technické zprávy společnosti EKOGEN spol. s r.o.

Recenzoval: doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.