

# VZ1

## „Výzkum využití strusek“



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Smart Metallurgical  
Waste Management

2019 – 2022

## Hlavní cíl VZ1:

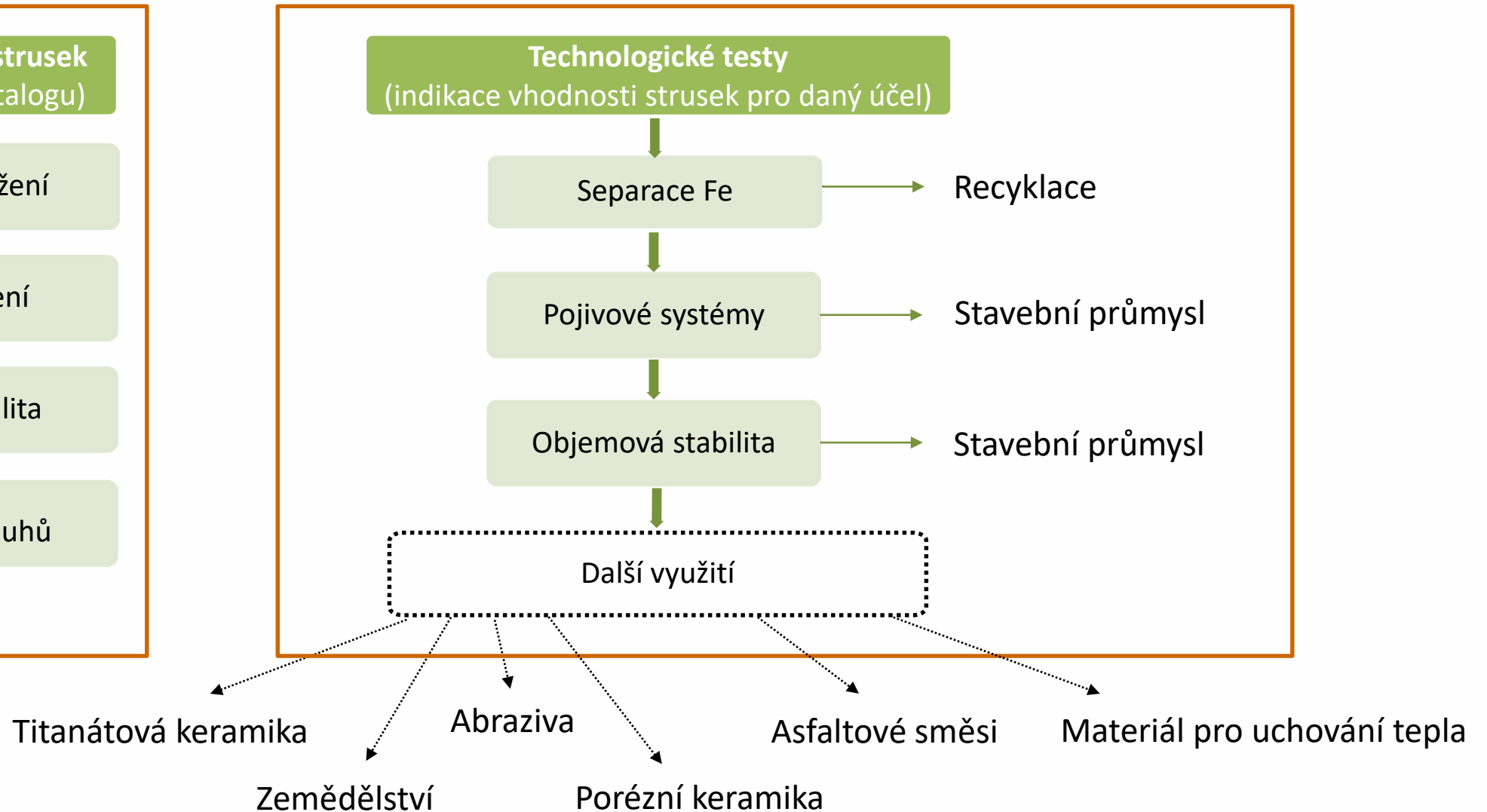
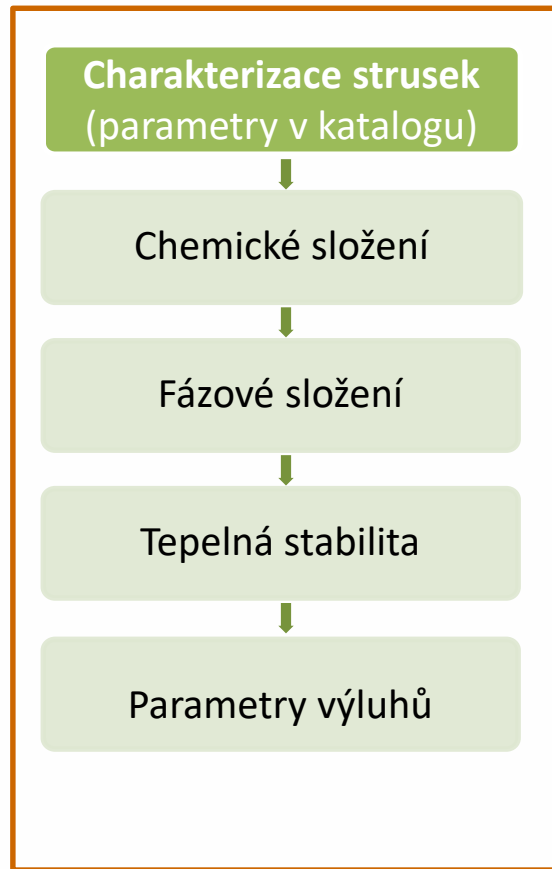
**Zvýšit úroveň materiálového využití strusek  
z hlediska kvalitativního i kvantitativního**

## Dílčí cíle VZ1:

---

1. Charakterizace vzorků strusek a katalogizace jejich vlastností.
2. Výběr strusek vhodných pro metalurgickou recyklaci a provedení recyklačních testů.
3. Výběr strusek vhodných pro využití v průmyslu anorganických pojiv a provedení relevantních testů indikujících potenciál vybraných strusek v oblasti stavebních pojiv.
4. Studium příčin objemové nestability strusek.
5. Ověření praktické využitelnosti přijatých řešení využití strusek na úrovni TRL3 (experimentální ověření konceptu).

# Typy testů:



# Charakterizace strusek:

**D 1900X**  
Type: LS



Compressive strength, volume stability (VS)

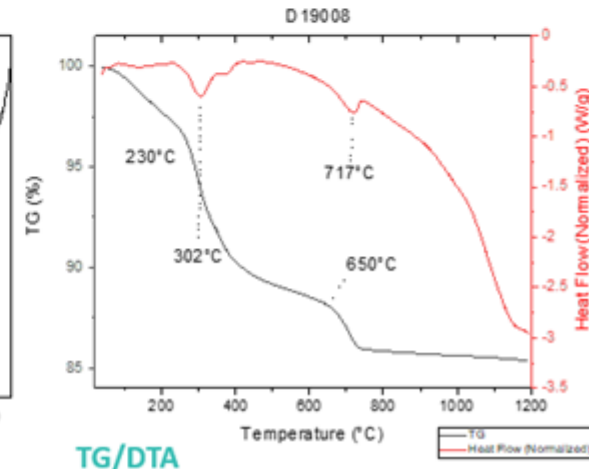
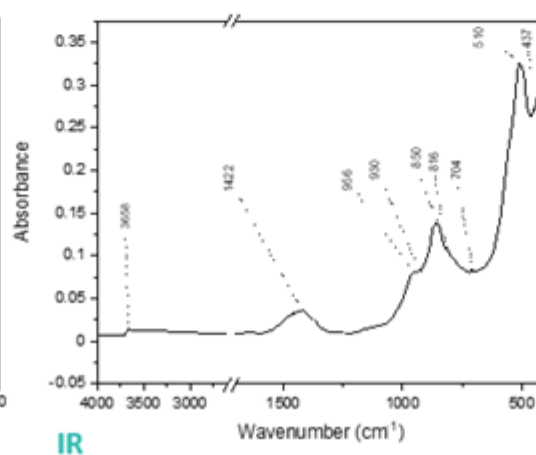
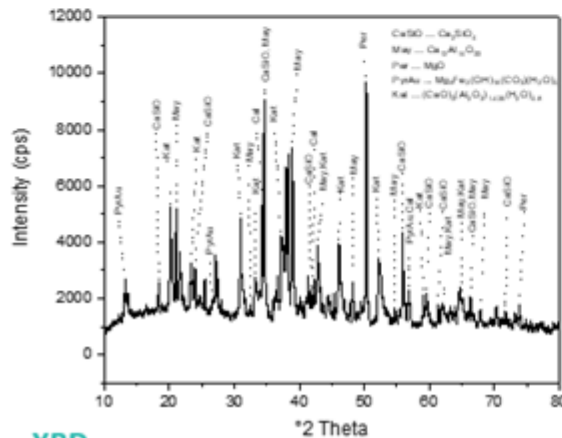
Compressive strength (MPa)						VS (%)
water			Water glass			$\Delta V$
2	7	28	2	7	28	1-3 mm
4.27	4.43	4.78	34.48	46.49	48.42	-

Chemical composition  
Loss on ignition  
Density

CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MnO	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	C*	S*	$\rho$
wt.%															g/cm <sup>3</sup>
51.0	11.8	15.4	5.37	3.42	<0.001	1.58	<0.001	0.896	0.30	<0.001	0.091	0.028	0.817	0.25	2.78

Eluents parameters,  
Ecotoxicology tests H  
(*Sinapis alba*), D (*Daphnia magna*)

Al	Na	K	Mg	Ca	Si	Cr	Fe	Ni	pH	Cond.	RL 105	RAS 550	CaO <sub>free</sub>	Test H	Test D
mg/l						$\mu\text{g/l}$			-	$\mu\text{S/cm}$	mg/dm <sup>3</sup>		hm.%	HP14	HP14
265	19.4	17	0.02	290	4.95	< 150	254	< 350	9.7		806	637	1.52	-	-



# Separace Fe:

Pecní a pánvové strusky – po separaci obsahují stále významný podíl Fe – desítky procent

## Magnetická separace

**X**

Za sucha

**✓**

Za mokra

2 frakce: < 100 μm; < 45 μm

Postupy ... P2, P3, P4



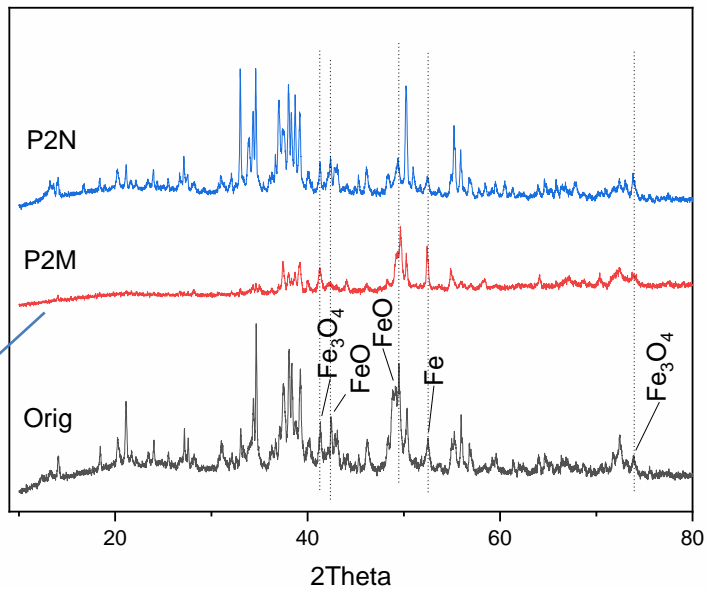
## Pánvová struska

Postup	D19027	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>
		hm.%					
Orig	100_orig	16.9	52.9	12.1	2.82	5.83	1.20
P2	100_P2M	39.5	37.8	8.08	3.27	3.28	0.689
	100_P2N	11.5	56.4	12.3	3.20	5.89	1.13
P3	100_P3M	44.1	35.1	6.93	4.03	2.23	0.544
	100_P3N	8.57	57.9	12.5	3.27	5.87	1.21

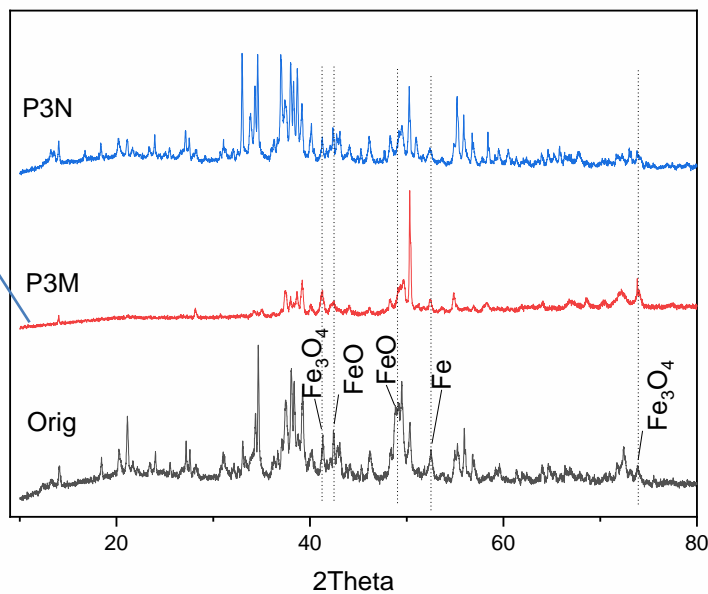
# Charakterizace

## XRD

D19027 pod 100 $\mu$ m P2



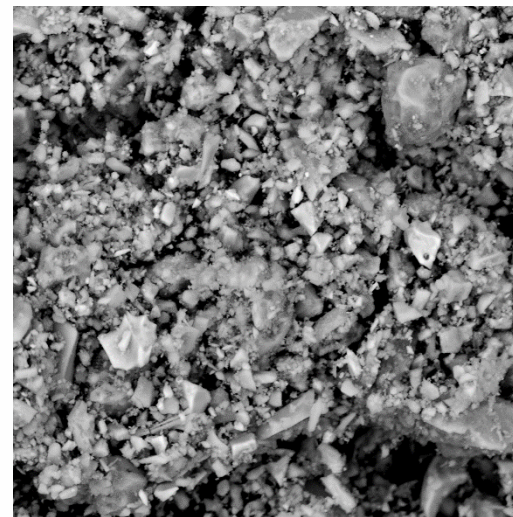
D19027 pod 100 $\mu$ m P3



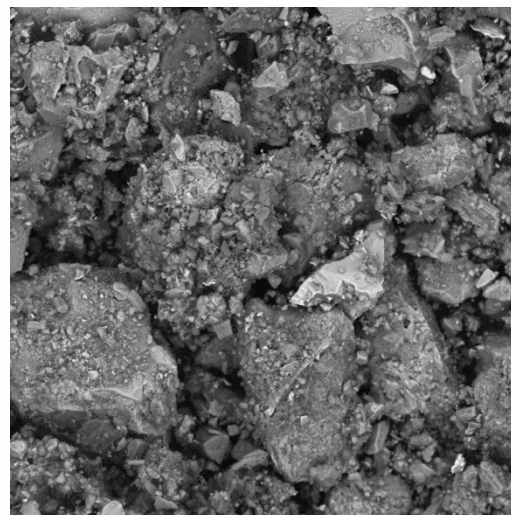
Zakoncentrování

## SEM

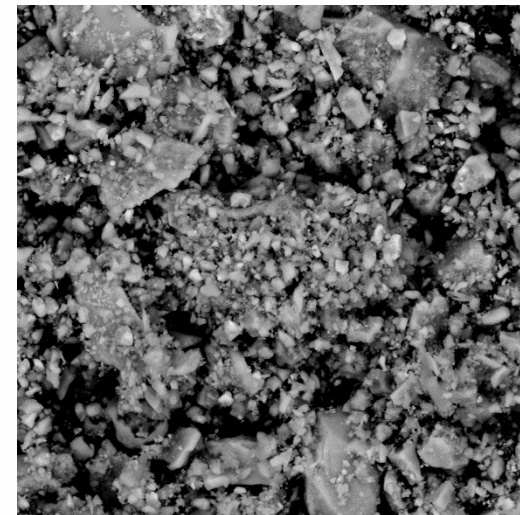
Orig



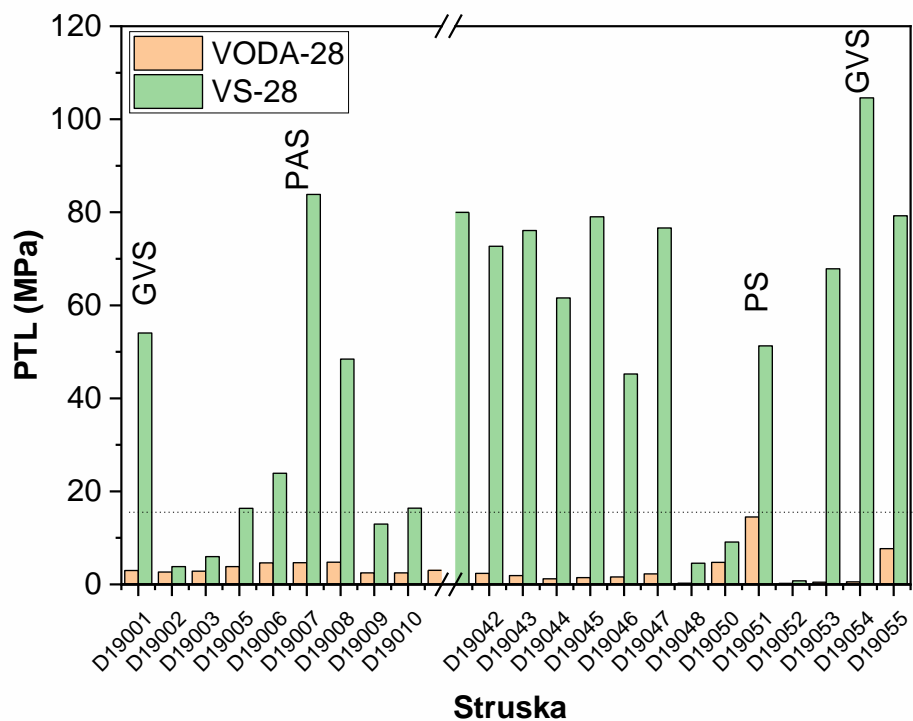
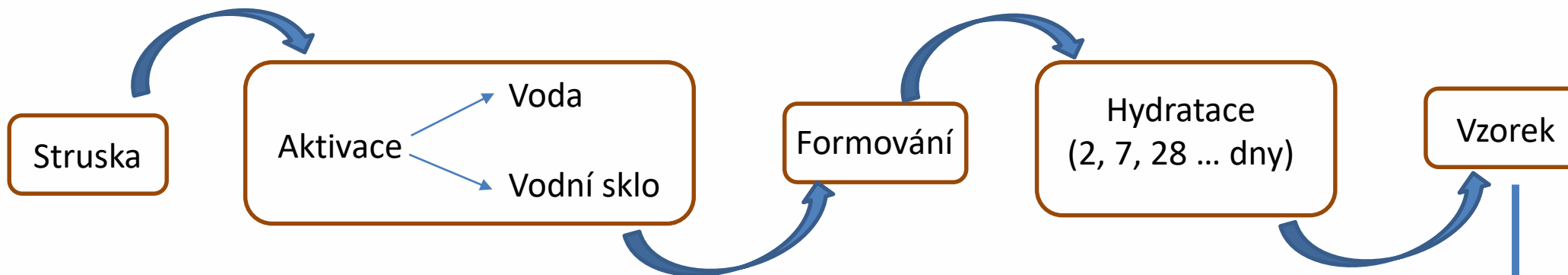
Mag



Nemag



# Pojivové systémy:

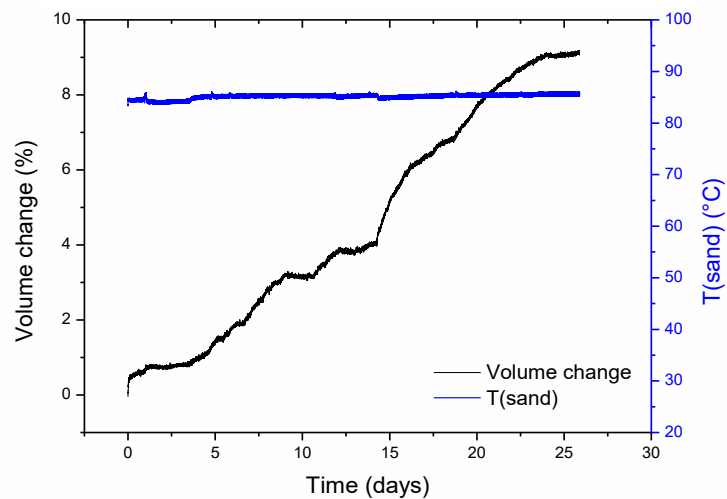


- Stavební průmysl
- Pojiva pro solidifikaci odpadních produktů

# Studium objemové stability:



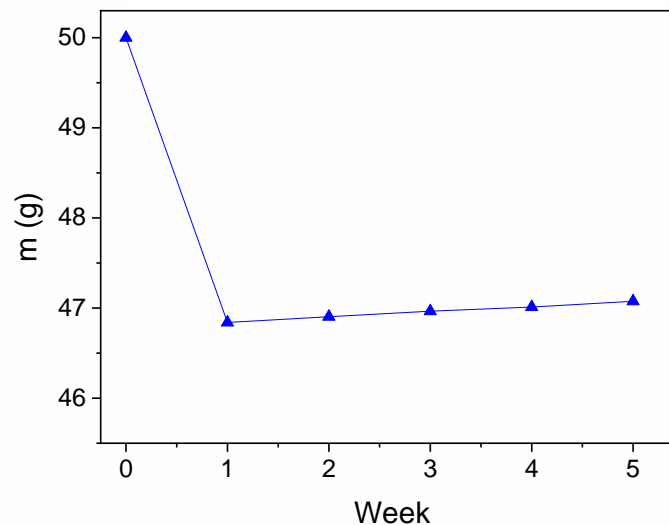
80 g vzorku, frakce 1 – 3mm  
teplota pískové lázně 80°C



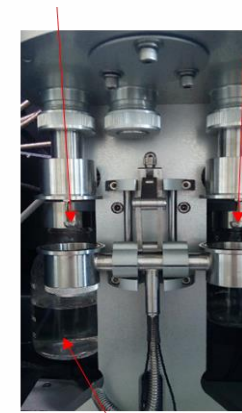
Objemová změna (25dní) – 9.4%



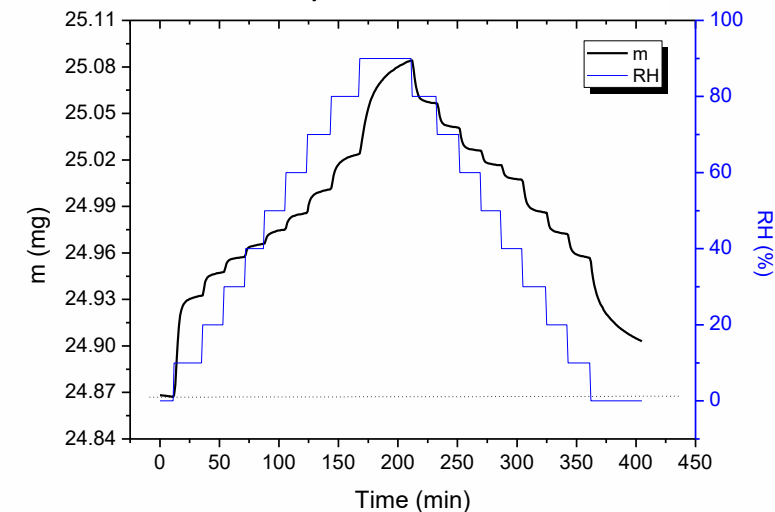
50g původního vzorku  
20°C, 50% RH



Nárůst hmotnosti (5 týdnů) – 0.05%



20mg vzorku, < 0.1 mm  
25°C, 0 – 90 %RH

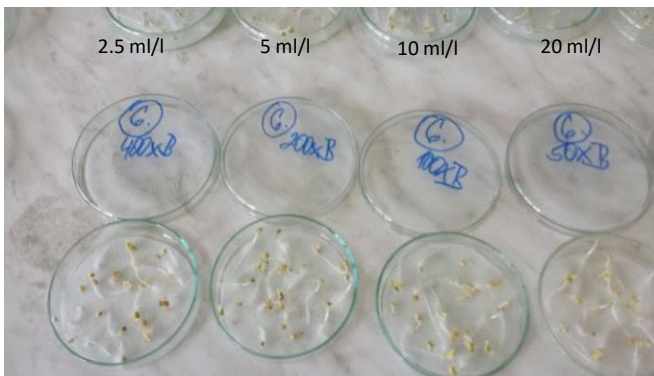


Nárůst hmotnosti po testu – 0.15%

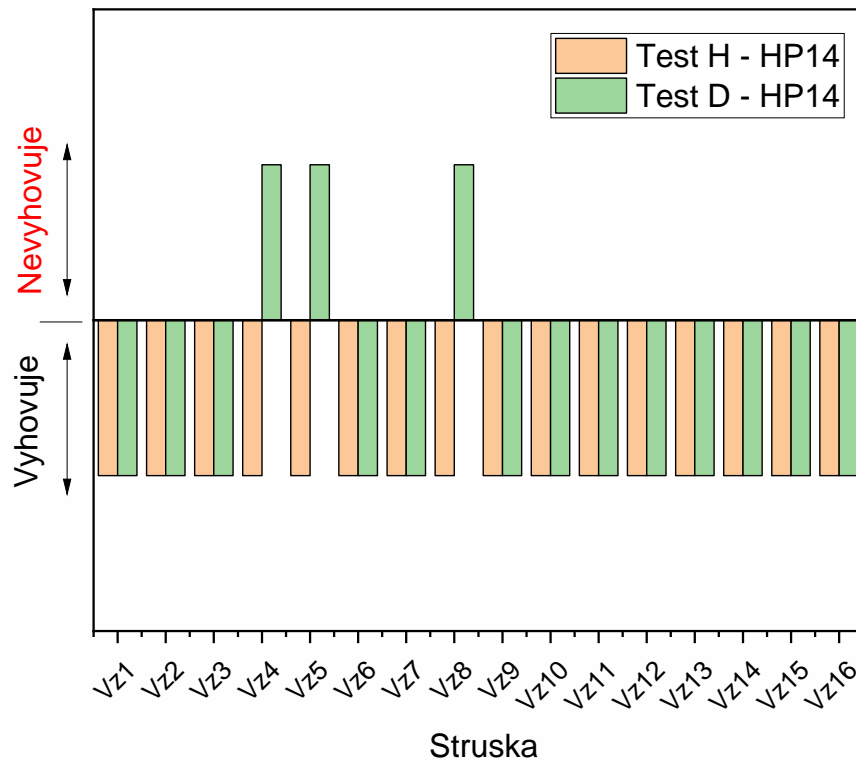


# Zemědělství: u vybraných strusek je testován jejich vliv na vybrané organismy

## Klíčivost a růst kořínků hořčice



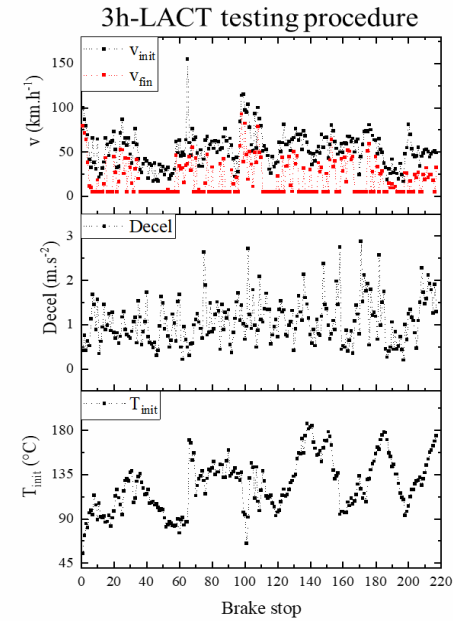
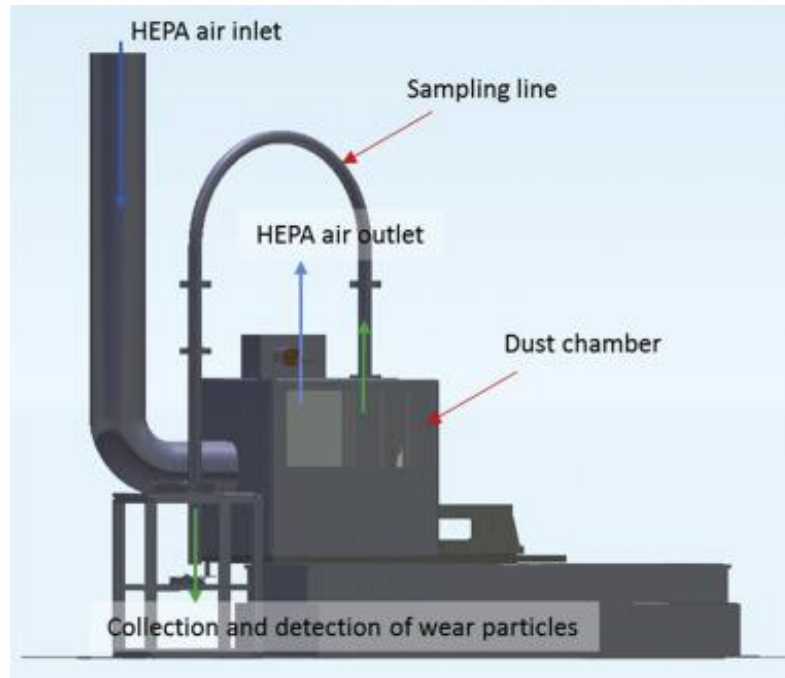
## Odolnost dafnií



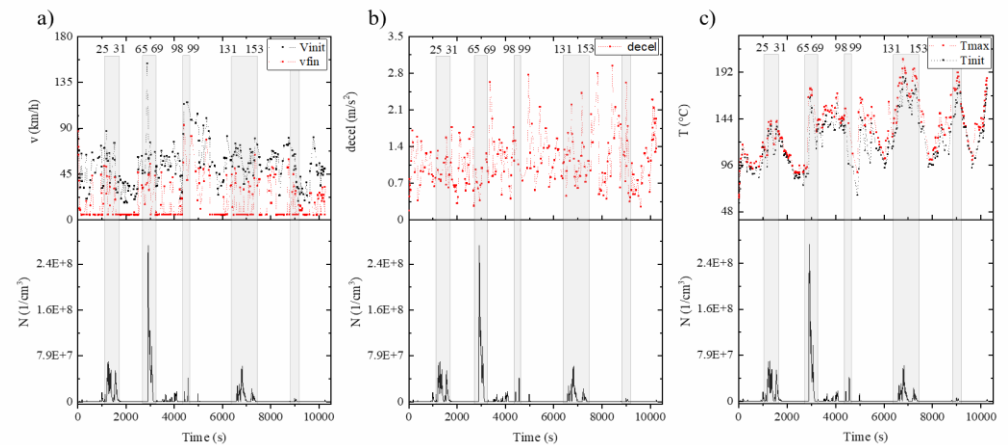
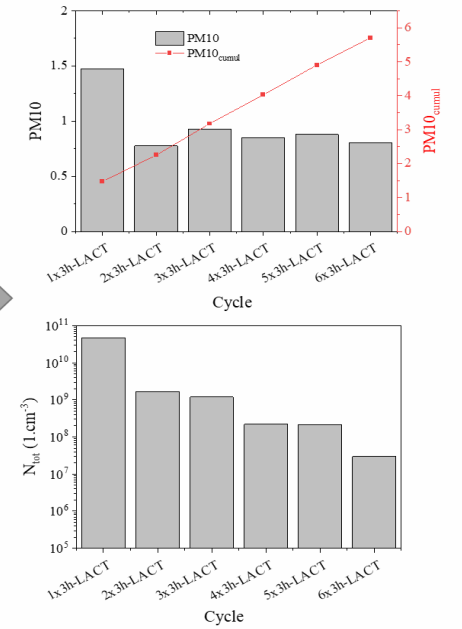
- nově zavedena metodika stanovení Cr<sup>6+</sup>

DOLEŽALOVÁ WEISSMANNOVÁ, Helena, Silvie MIHOČOVÁ, Petr CHOVANEC a Jiří PAVLOVSKÝ. Potential Ecological Risk and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Industrial Affected Soils by Coal Mining and Metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, 16, 4495.

# Abraziva: využití alkalicky aktivované GVS jako abraziva ve formulaci frikčních kompozitů



Emissions



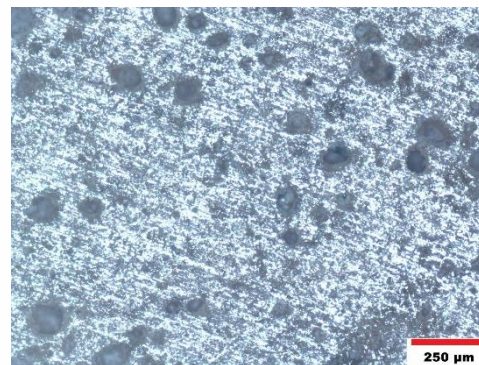
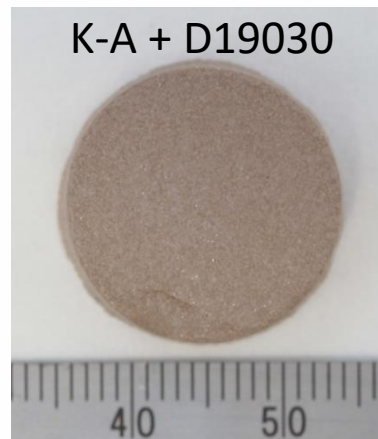
Matějka, V.; Perricone, G.; Vlček, J.; Olofsson, U.; Wahlström, J. Airborne Wear Particle Emissions Produced during the Dyno Bench Tests with a Slag Containing Semi-Metallic Brake Pads. *Atmosphere* **2020**, *11*, 1220.

# Další směry:

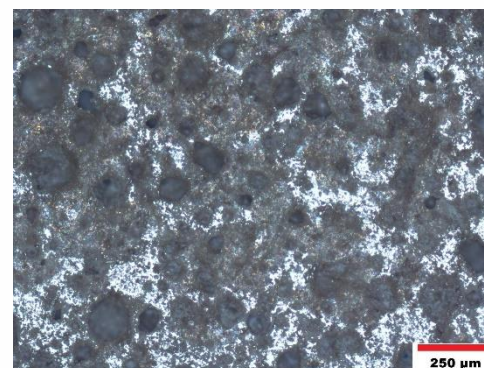
Titanátová keramika: vzorky připraveny, testována tvrdost (nízké hodnoty)

Př.:

1250°C



1350°C



Porézní struktura

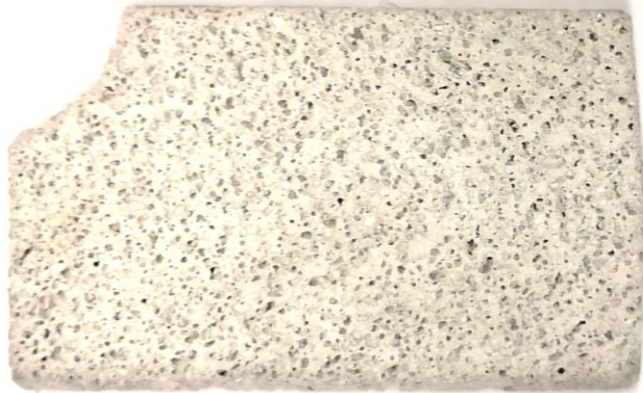


Možné využití jako nosiče katalyzátorů

## Porézní keramika:

- na bázi „napěněných“ směsí alkalicky aktivovaných strusek
- využití jako nosiče fotokatalyzátorů, testy depozice  $g\text{-C}_3\text{N}_4$

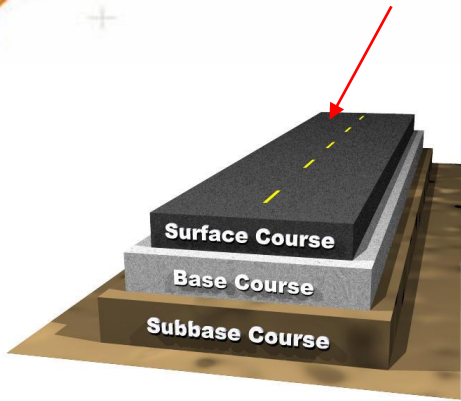
Porézní vzorek



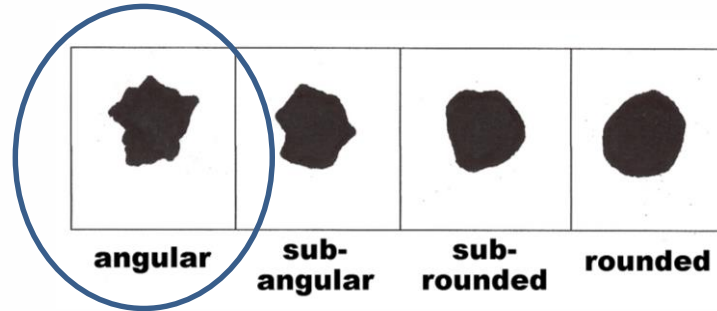
Porézní vzorek s vrstvou  $g\text{-C}_3\text{N}_4$



# Využití ocelářenské strusky pro asfaltové směsi



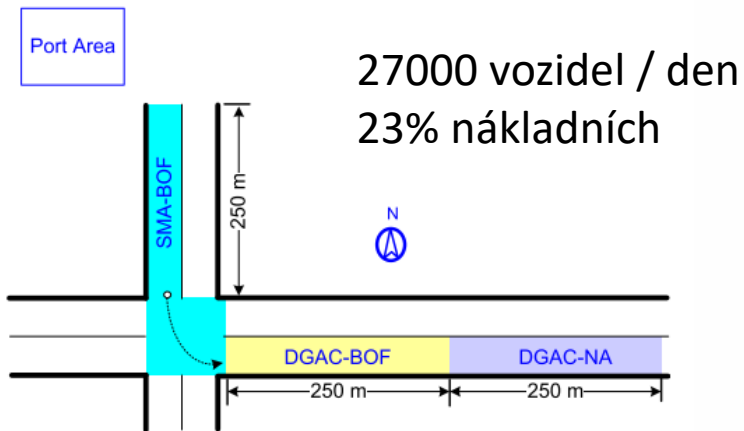
Pro asfaltové směsi – nejlépe zrna s výstupky a drsným povrchem



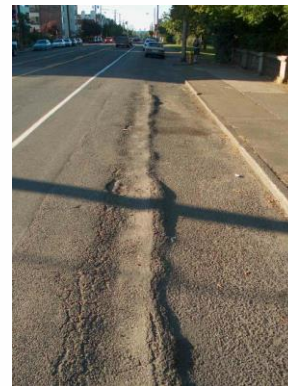
Obecně diskutované limity využití OC strusky pro asfaltové směsi

- Vysoká hustota (nákladnější doprava)
- Možná expanze (volné CaO) – existují studie, které říkají, že zrna strusky se pokryjí vrstvou asfaltového pojiva a expanze se potlačí

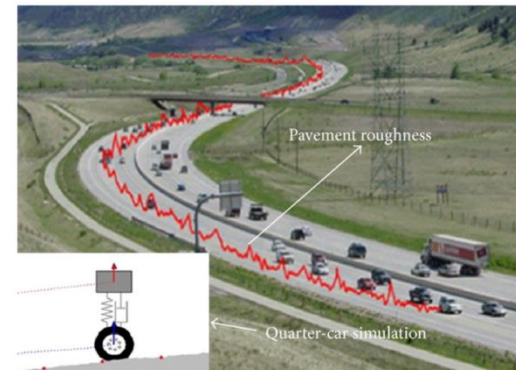
## Př.: Porovnání asfaltového koberce mastixového a asfaltového betonu



Náchylnost ke zvlnění



Hodnocení drsnosti



Odolnost proti smyku



Chen, J. S. and S. H. Wei (2016). Engineering properties and performance of asphalt mixtures incorporating steel slag. *Construction and Building Materials* **128**: 148-153.

## Publikace:

Celkem: 6 (4), ve spolupráci s partnery projektu 2 (1), ve spolupráci se zahraničními partnery 2 (2)

1. OVČAČÍKOVÁ, Hana, Jozef VLČEK, Vlastimil MATĚJKA, Jan JUŘICA, Petra MAIEROVÁ a Petr MLČOCH. The Effect of Temperature and Milling Process on Steel Scale Utilized as a Pigment for Ceramic Glaze. *Materials* **2020**, 13, 1814.
2. MATĚJKA, Vlastimil, Guido PERRICONE, Jozef VLČEK, Ulf OLOFSSON a Jens WAHLSTRÖM, J. Airborne Wear Particle Emissions Produced during the Dyno Bench Tests with a Slag Containing Semi-Metallic Brake Pads. *Atmosphere* **2020**, 11, 1220.
3. KOŠTIAL, Pavel, Jozef VLČEK, Zora KOŠTIALOVÁ JANČÍKOVÁ, Hana ŠPAČKOVÁ, Jiří DAVID, Robert FRISCHER a Ivan RUŽIAK. Effective Ecological and Cheap Heating of Dwelling Spaces. *Sustainability* **2020**, 12, 55.
4. DOLEŽALOVÁ WEISSMANNOVÁ, Helena, Silvie MIHOČOVÁ, Petr CHOVANEC a Jiří PAVLOVSKÝ. Potential Ecological Risk and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Industrial Affected Soils by Coal Mining and Metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2019**, 16, 4495.

**Děkuji za pozornost**



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



2019 – 2022

**Smart Metallurgical  
Waste Management**