

VZ1

„Výzkum využití strusek“



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



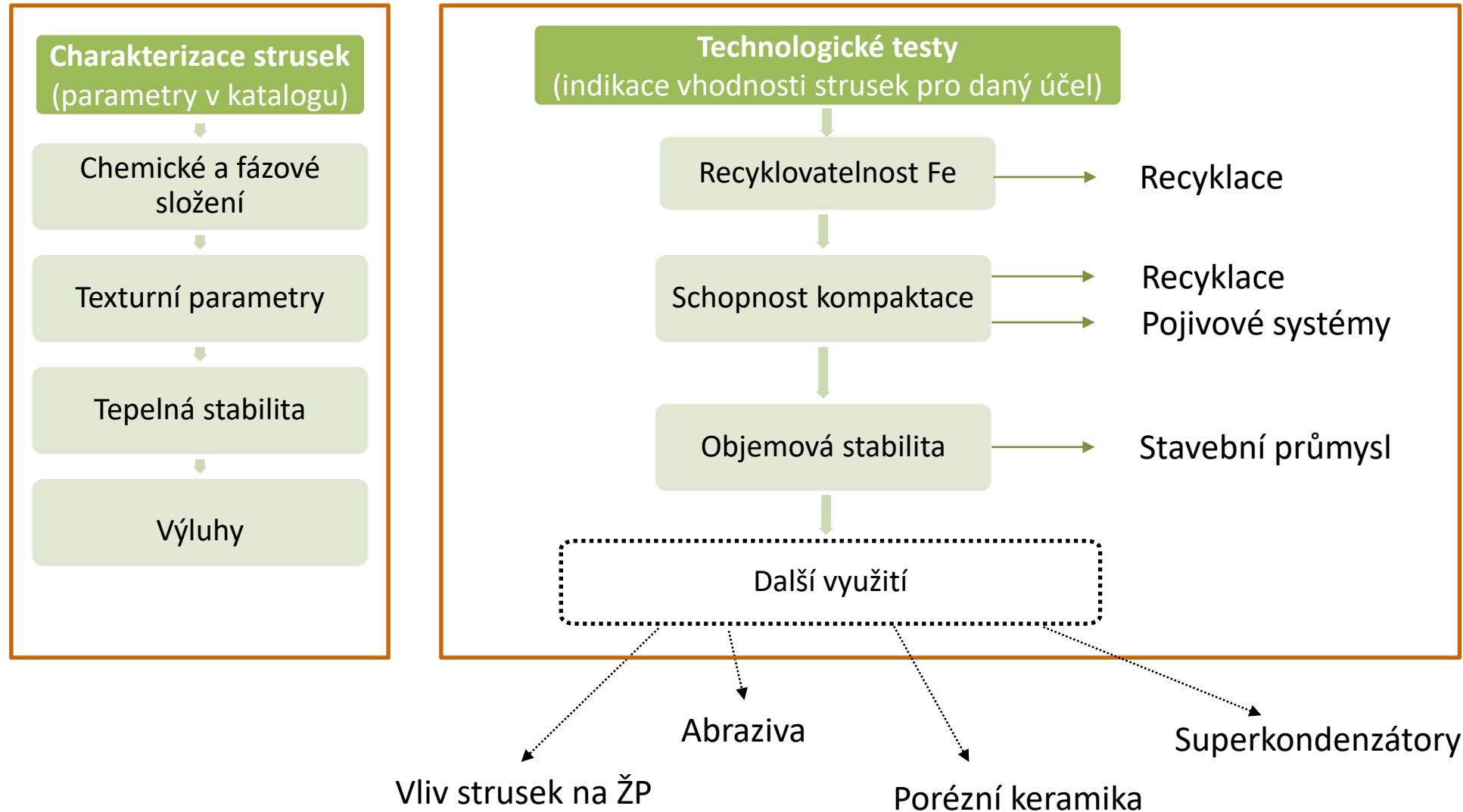
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Smart Metallurgical
Waste Management

Cíl:

Zvýšit úroveň materiálového využití strusek z hlediska kvalitativního i kvantitativního



Charakterizace strusek:

Steel furnace slag



Compressive strength, volume stability (VS)

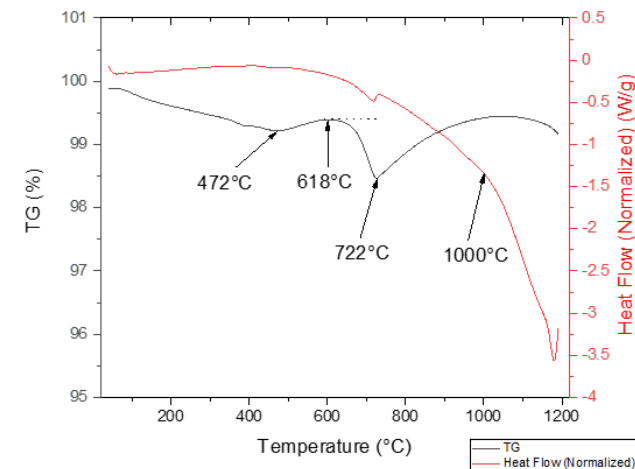
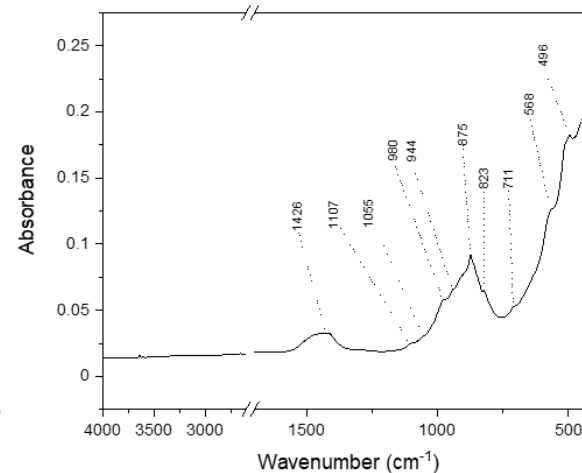
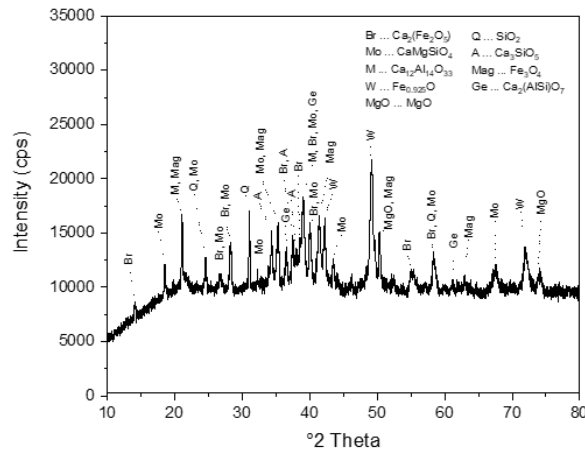
Compressive strength (MPa)						VS (%)
water			Water glass			ΔV
2	7	28	2	7	28	1-3 mm
0.77	1.43	3.83	10.31	11.95	16.34	0.2

Chemical composition
Loss on ignition
Density

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MnO	Na ₂ O	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	ZnO	C*	S*	ρ
wt.%															g/cm ³
31.2	5.8	1.27	2.52	48.9	0.037	6.418	<0.001	0.289	0.450	1.295	<0.001	1.370	0.441	0.075	3.75

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 _{free}	Test H	Test D
mg/l						$\mu\text{g/l}$			-	$\mu\text{S/cm}$	mg/dm ³		hm.%	HP14	HP14
0.6	13.3	16.5	0.033	699	2.2	< 150	133	< 350	9.09		472	419	1.43	-	-

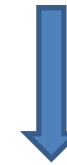


Recyklace Fe:

Chemické složení strusek:

Slag	Int	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃
		mass%	mass%	mass%	mass%	mass%	mass%
BFS	MIN	36.071	29.964	5.316	5.342	0.287	0.357
	MAX	51.671	40.265	8.792	11.455	2.447	2.76
FS	MIN	9.838	5.785	1.060	2.519	4.379	4.08
	MAX	49.054	46.742	20.411	5.166	12.784	48.9
LS	MIN	48.529	5.086	6.905	2.211	1.698	1.92
	MAX	73.902	14.907	19.070	4.542	4.858	17.9

Vysoký obsah železa



Snaha o magnetickou separaci

Magnetická separace

X

Za sucha

✓

Za mokra



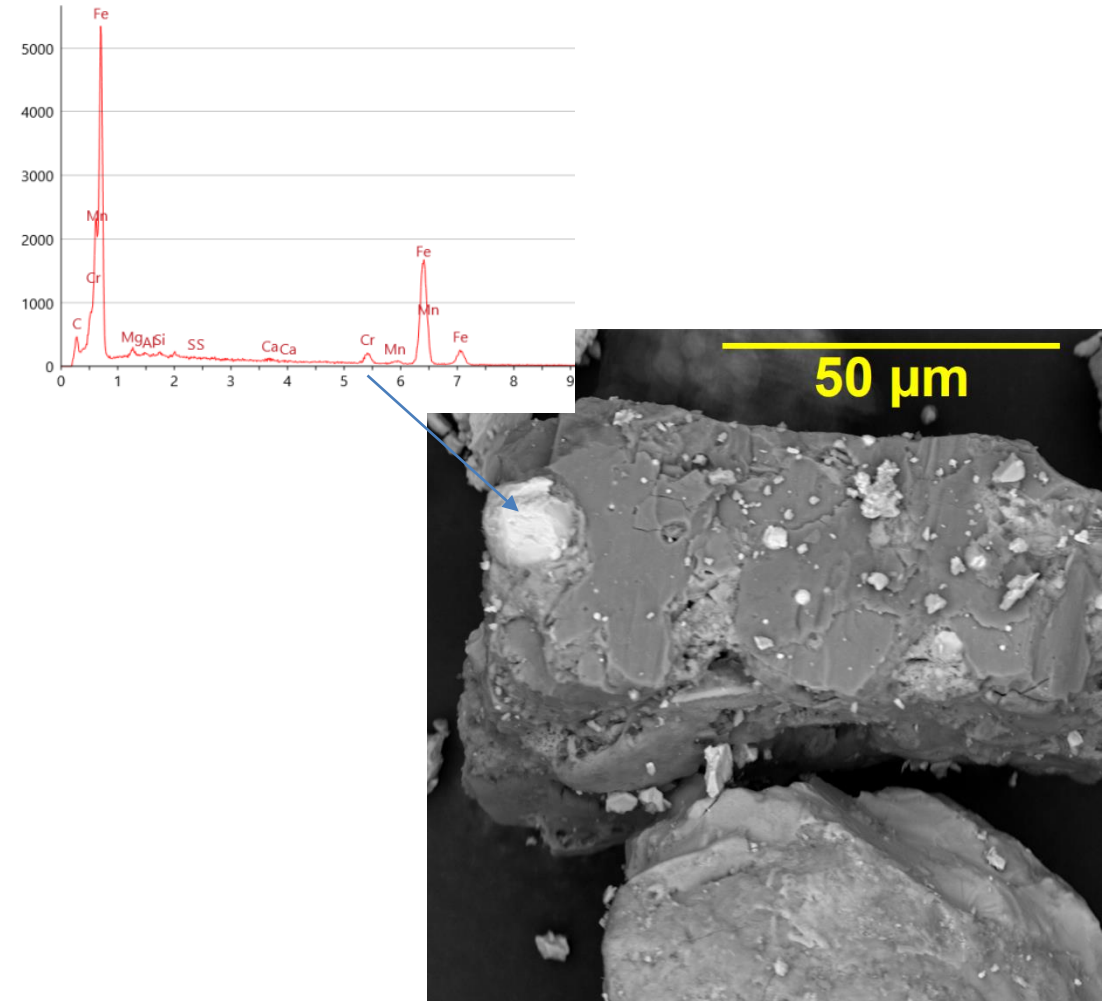
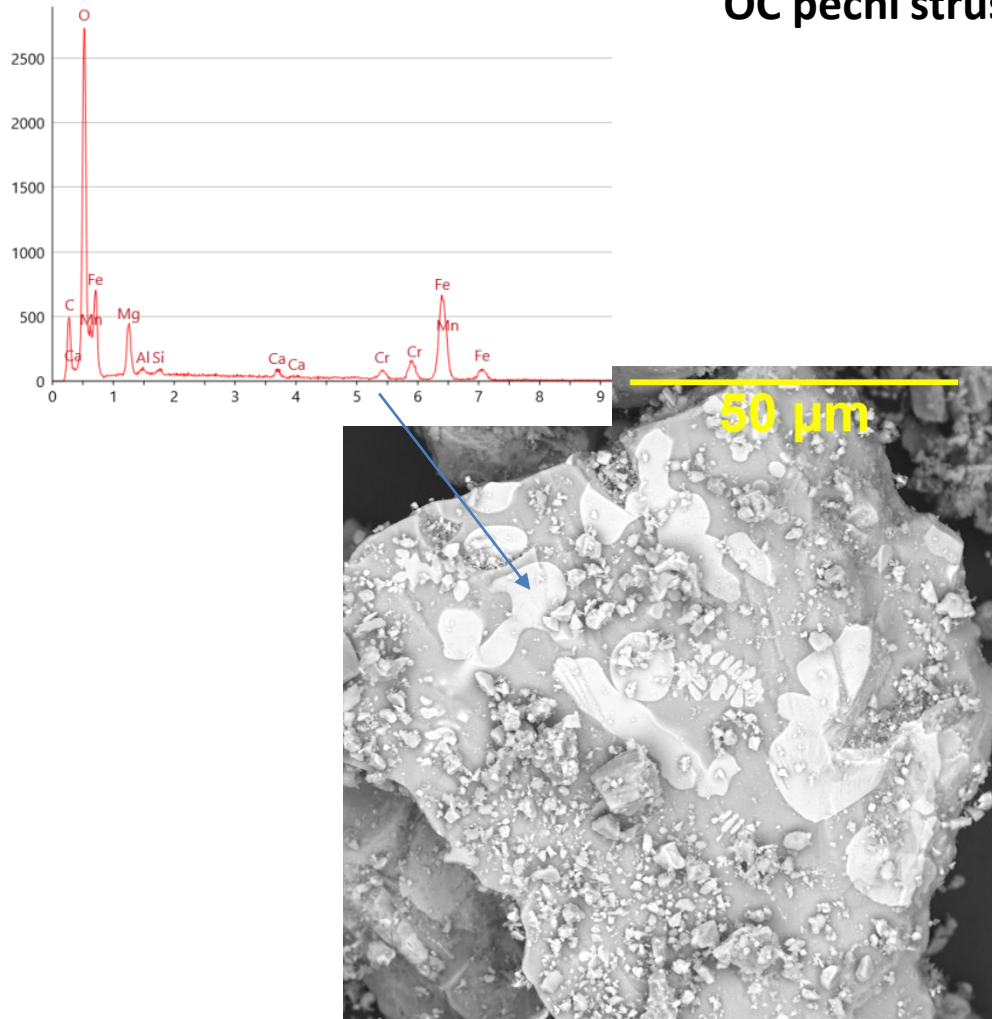
Postupy ... P2 (míchání), P3 (míchání podpořené ultrazvukem)



Snížení výtěžnosti a zakoncentrování fází s obsahem Fe

Recyklace Fe:

OC pecní struska



Jak uvolnit fáze, které jsou zakomponovány v matrici?

Recyklace Fe:

Výběr strusky: vysoký obsah Fe_2O_3 - ocelárenská pecní struska.

Obsah Fe_2O_3 ... 29 hm.%
Přítomné fáze ... FeO , Fe_3O_4

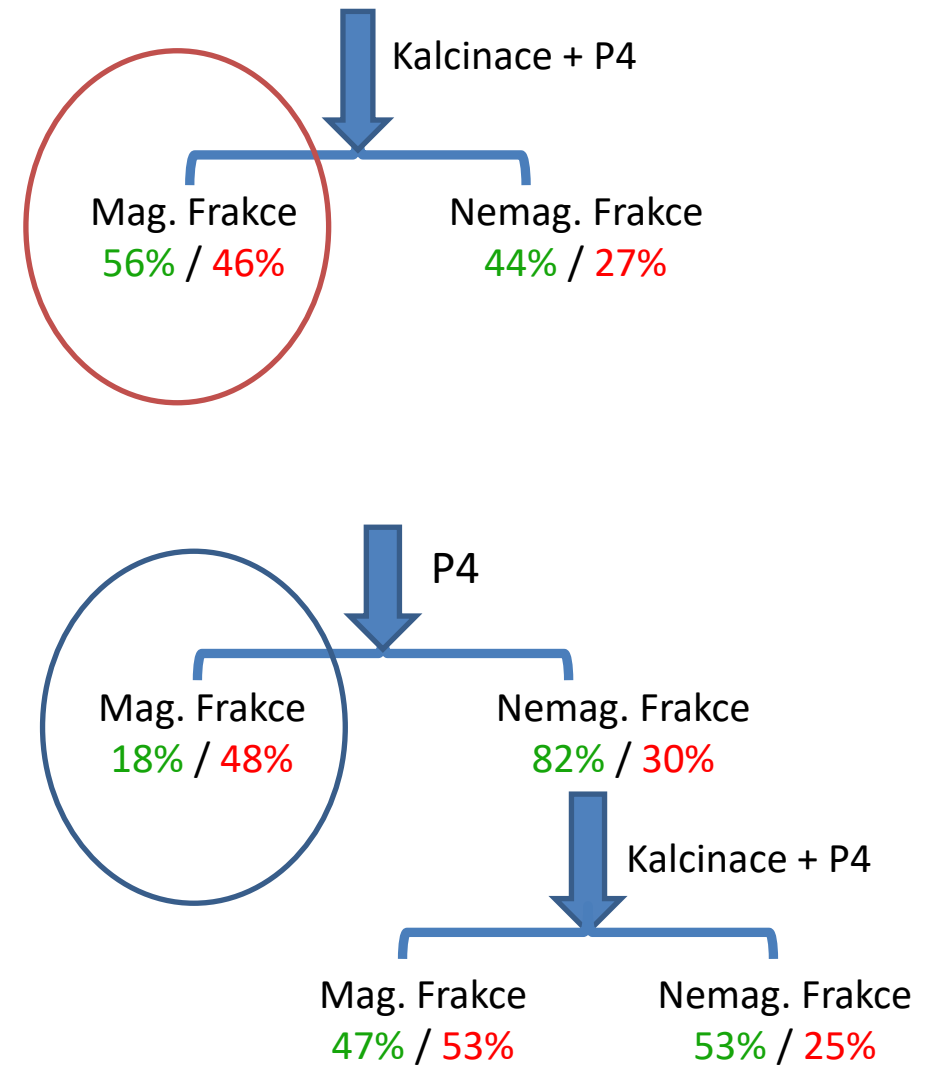
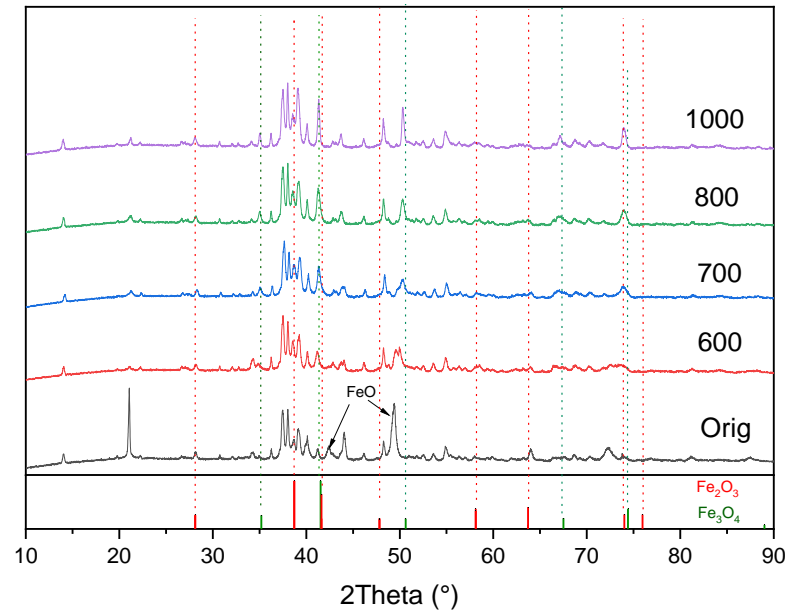


Nově navržené postupy separace:

Postup	Popis	Výtěžnost mag. frakce (%)	Obsah Fe_2O_3 (%)
P4	Magnetická separace v suspenzi za působení ultrazvuku	18	48
P5	Magnetická separace v suspenzi vzorků pomletých diskovým mlýnem	25	48
P6	Kalcinace strusky a následná separace v suspenzi	56	46
P7	Magnetická separace v suspenzi vzorků prudce ochlazených do vody	52	47
P8	Magnetická separace v suspenzi vzorků (ovlhčení strusky a zmrazení kapalným dusíkem)	24	50

Postup využívající kalcinaci strusky a následnou separaci:

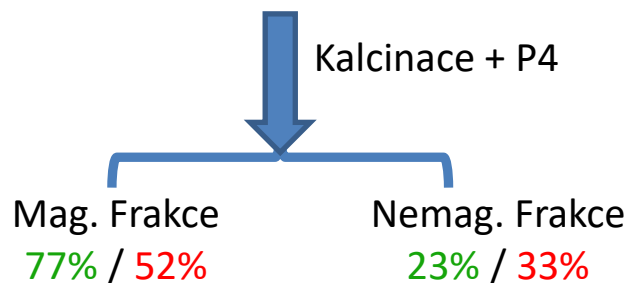
FS1 (Fe_2O_3 29 hm.%)



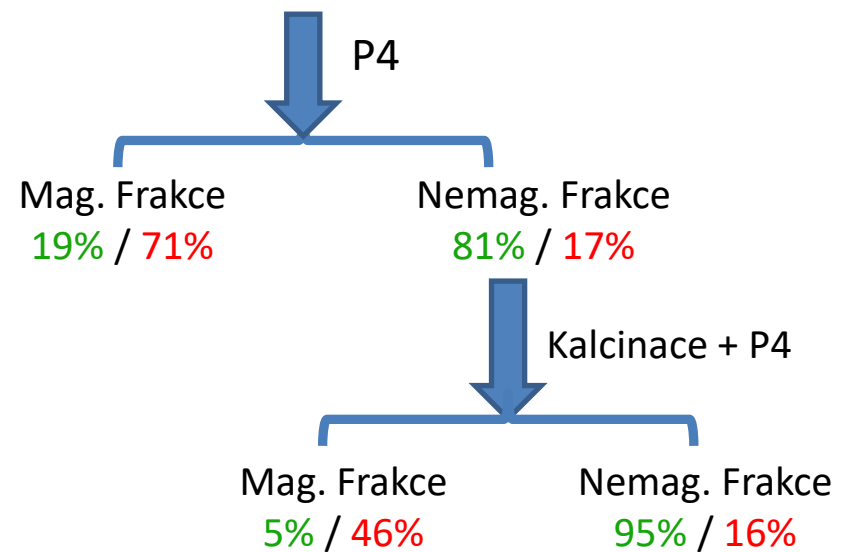
Postup	Princip	Výtěžnost (%)	Fe_2O_3 (hm.%)
P4	Ultrazvuk	18	48
P6	Separace kalcinované strusky P4	56	46

Ověření vhodnosti kalcinace pro separaci magnetické části:

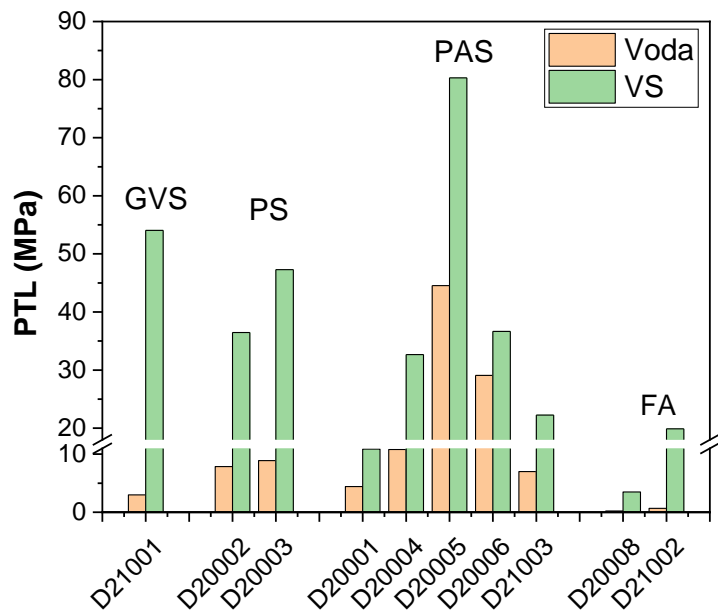
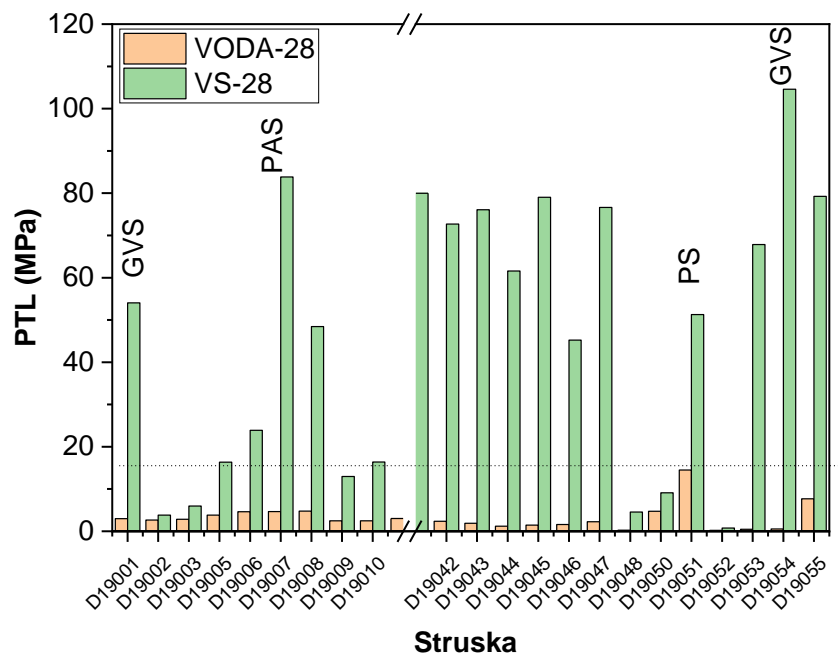
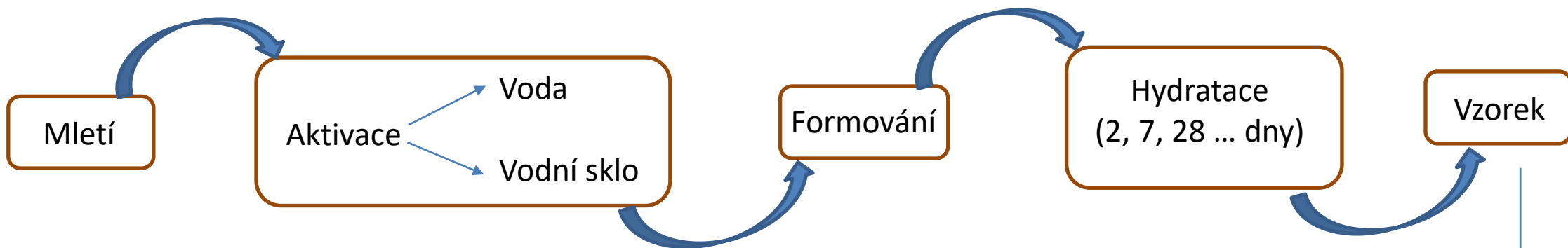
FS2 (Fe₂O₃ - 42 hm.%)



LS (Fe₂O₃ - 24 hm.%)

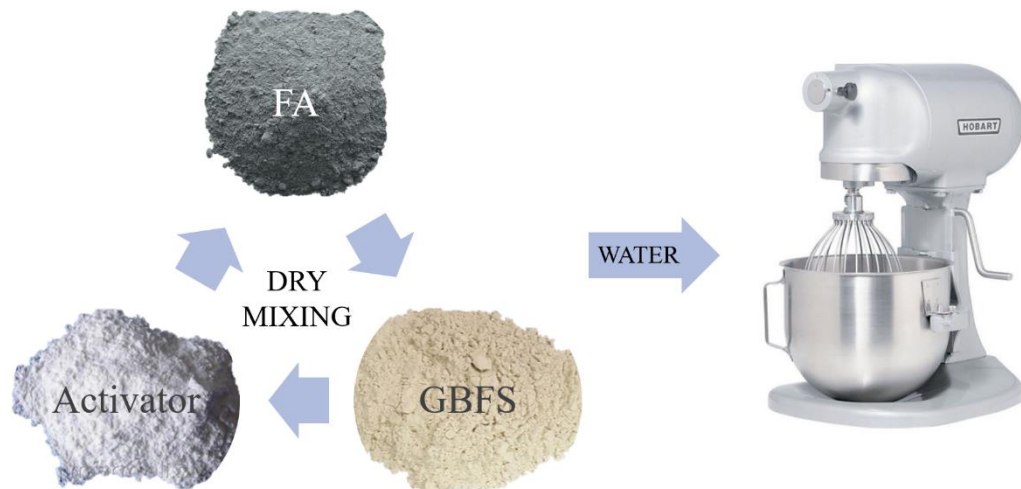


Recyklace, pojivové systémy:

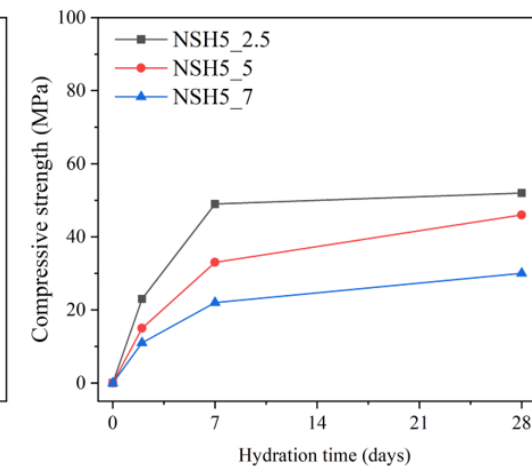
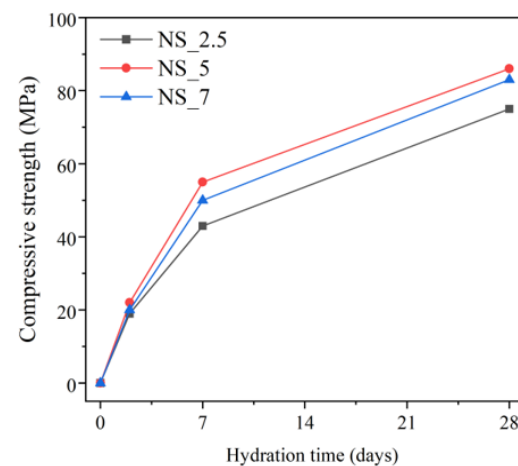


Recyklace, pojivové systémy:

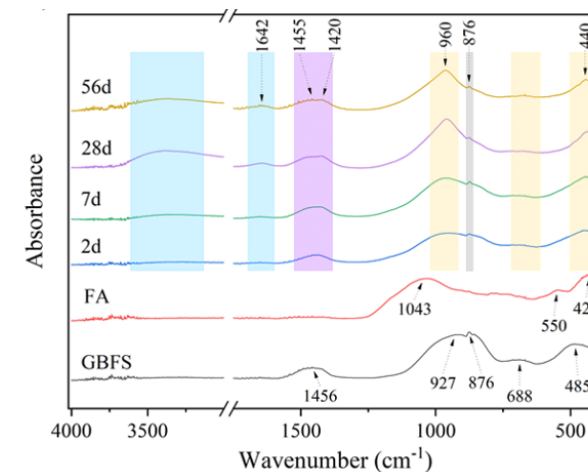
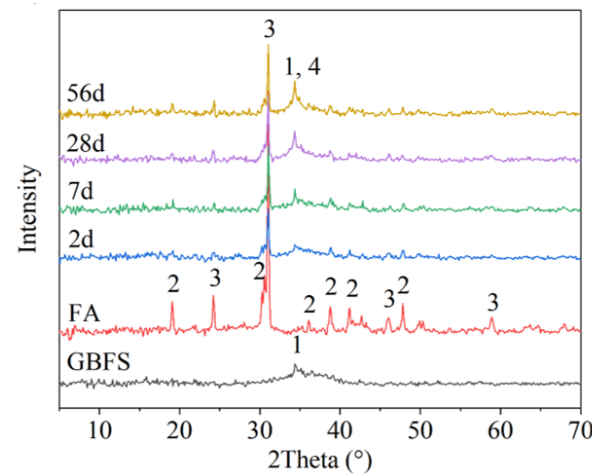
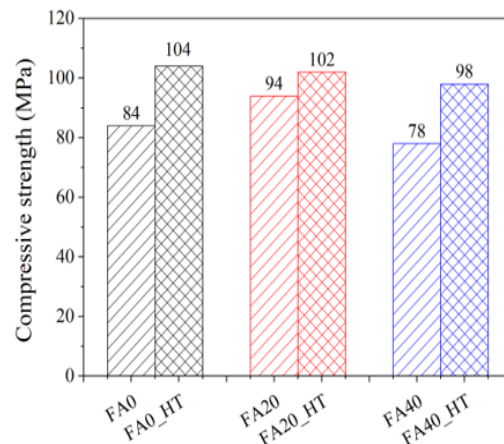
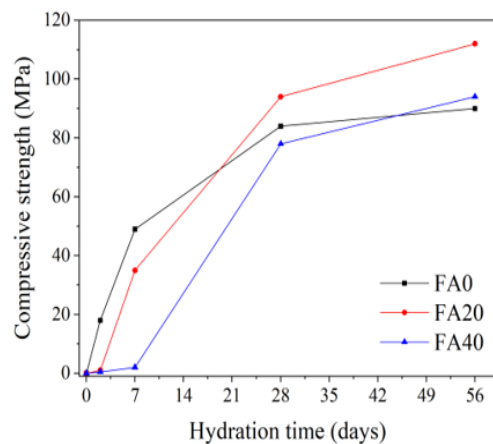
Využití tuhých aktivátorů



Výběr aktivátoru

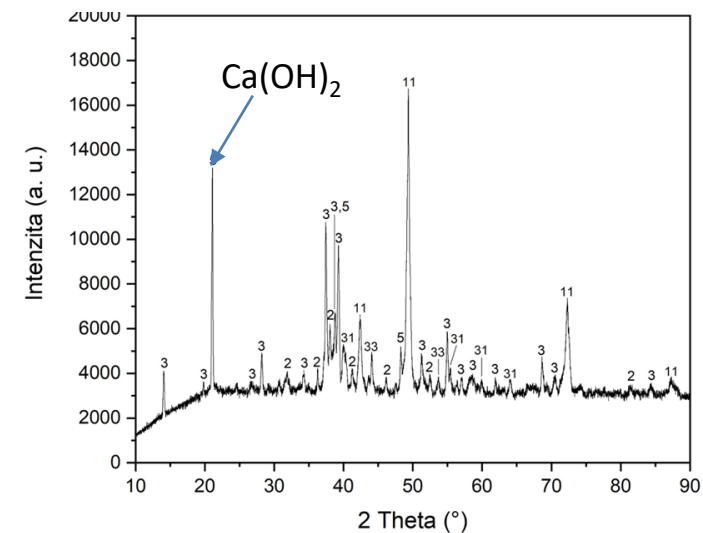
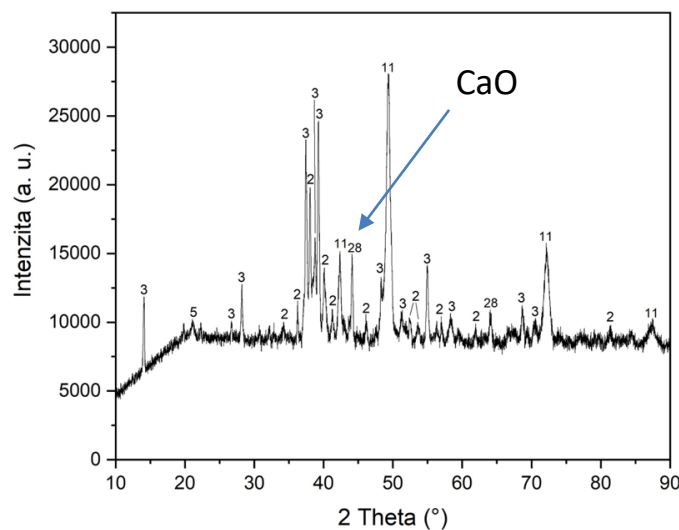
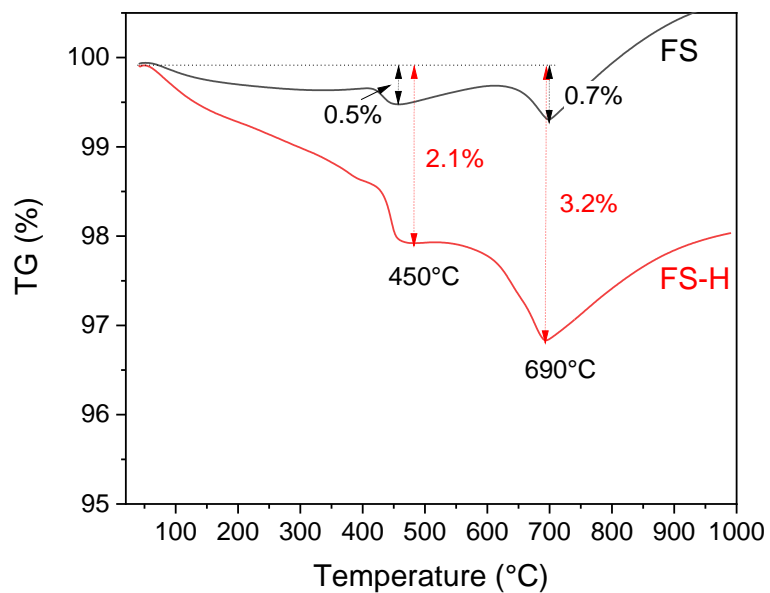
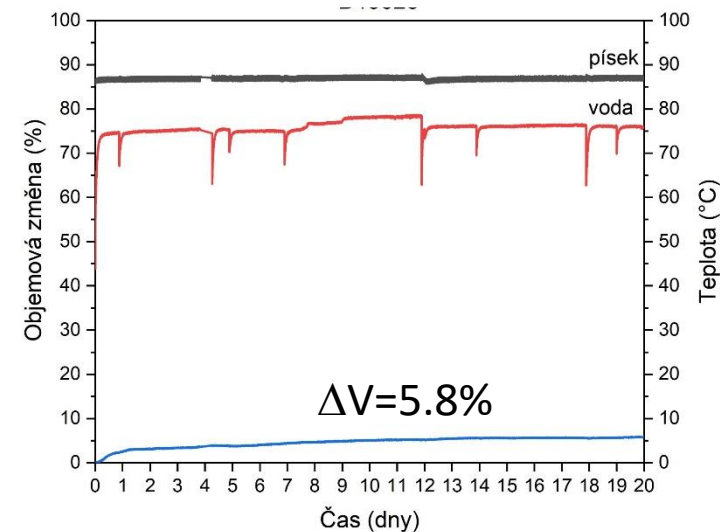


Směsi s FA



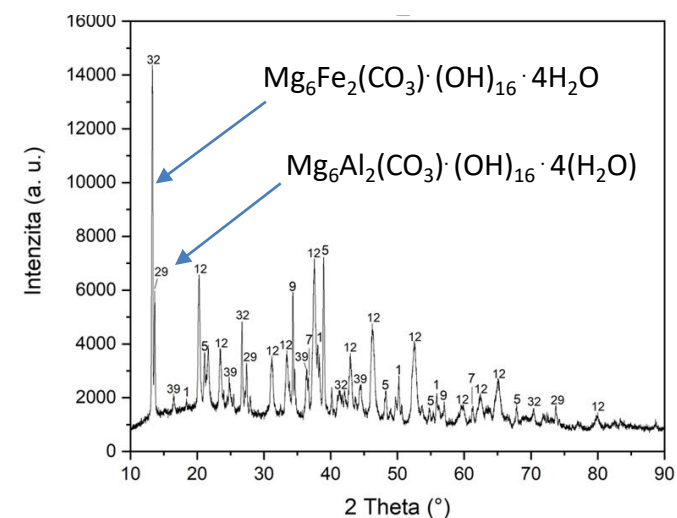
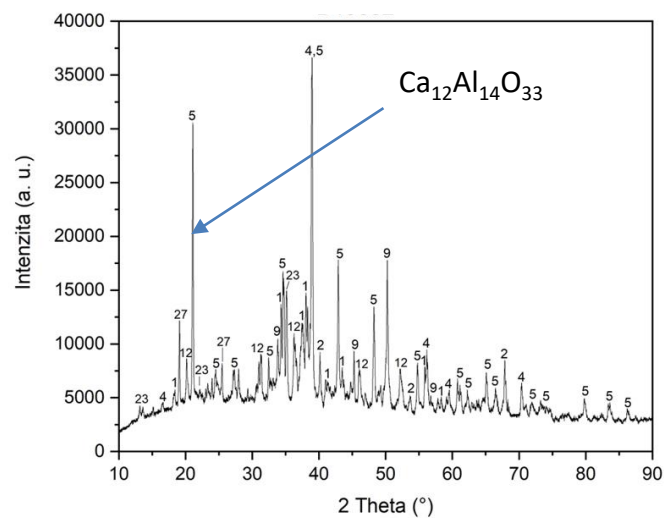
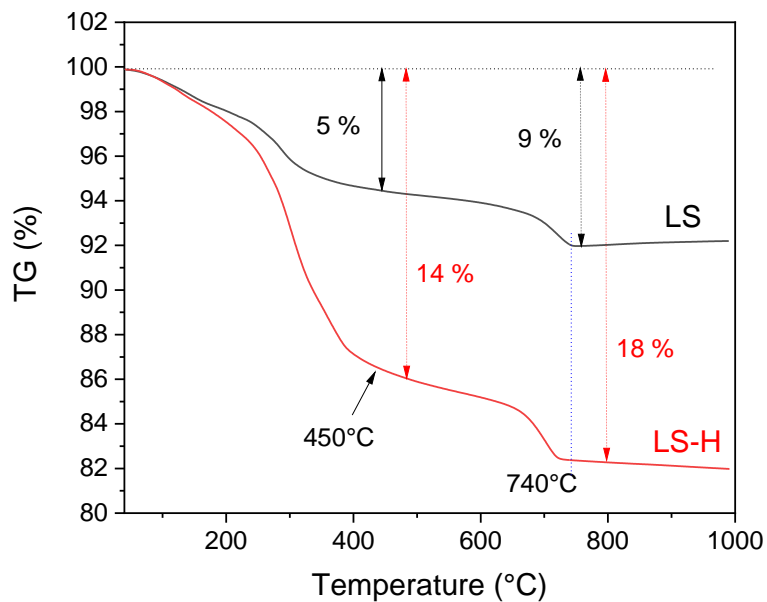
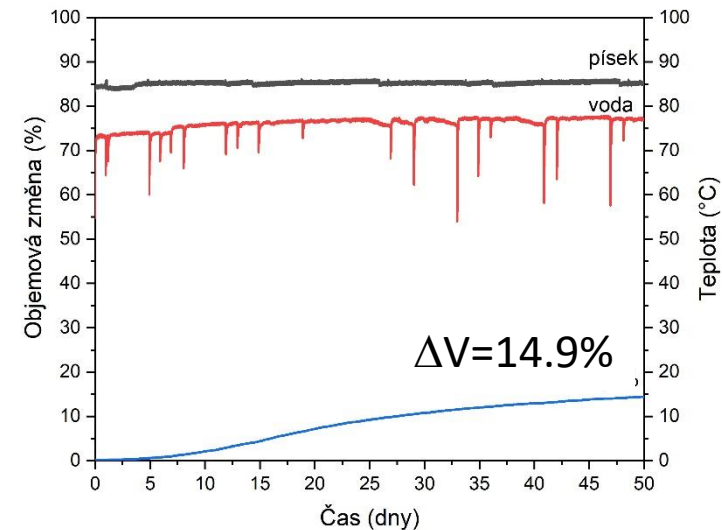
Studium objemové stability:

Ocelářenská pecní struska



Studium objemové stability:

Pánvová struska



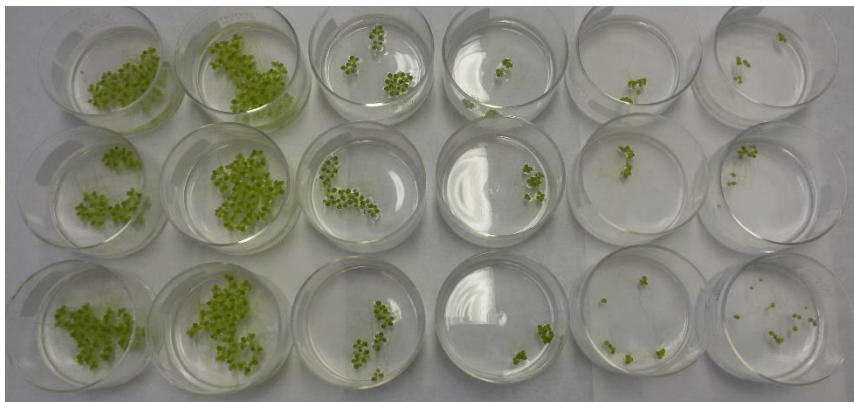
Testy ekotoxicity výluhů:

Zavedené testy: akutní test na dafniích, semichronický test na hořčici bílé, bioluminiscenční test na *Vibrio fischeri*, kontaktní semichronický test na salátu.

Nově zavedený test:

Semichronický test toxicity na okřehku menším (*Lemna minor* L.)

STANDARDIZOVANÝ TEST DLE NORMY ČSN EN ISO 20079 (stanovení toxických účinků vodných výluhů, složek vody a odpadních vod (zkouška inhibice růstu okřehku))



PODMÍNKY TESTU
osvětlení: 10 000 lux
teplota: 23°C
72 a 168 hod. expozice

Počítání počtu lístků a výpočet inhibice růstu, dále určení chlorózy-zežloutnutí a nekrózy-zbělení a odumření lístků



Superkondenzátory:

Návaznost na výzkumný úkol – Recyklace Fe.

Magnetická frakce – bohatá na Fe_xO_y – využití v oblasti recyklace Fe (proběhnou testy s možností kompaktace tohoto koncentráту).

Nemagnetická frakce – původně zamýšlena pouze solidifikace vlhké frakce pro další využití.



Hledání využití obou frakcí - v souladu s cirkulární ekonomikou

Chemické složení (vysoký obsah fází bohatých na Fe) však indikuje tuto frakci jako potenciálně vhodný materiál pro přípravu elektrod baterií a superkondenzátorů.

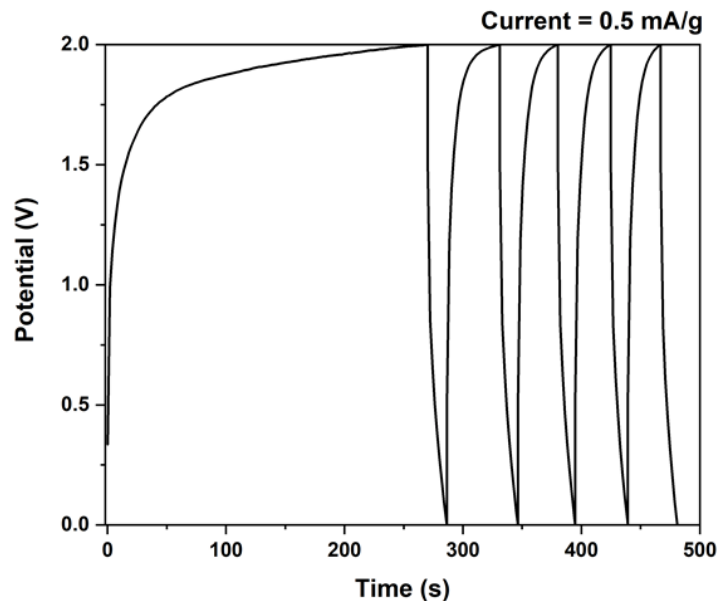
Superkondenzátoty:

Experimenty realizovány s výzkumným centrem ve Varšavě.

Nemagnetická frakce v podobě suspenze je nanášena na uhlíkatou textílii, následně je vysušena a testována jako flexibilní elektrody superkondenzátorů.

Testování v dvouelektrodovém zapojení za použití gelového elektrolytu vloženého mezi dvě elektrody z nemagnetické frakce.

Elektrochemické testy – elektrická impedanční spektroskopie, cyklická voltametrie, galvanostatické cyklování.



Získané závislosti jsou velmi podobné s chováním běžných materiálů na bázi uhlíku testovaných jako materiálů pro superkapacitory.

Probíhající experimenty zahrnují modifikaci magnetické frakce za účelem zvýšení její elektrické vodivosti.

Vzorky stavebních materiálů s příměsí g-C₃N₄

Příprava vzorků:

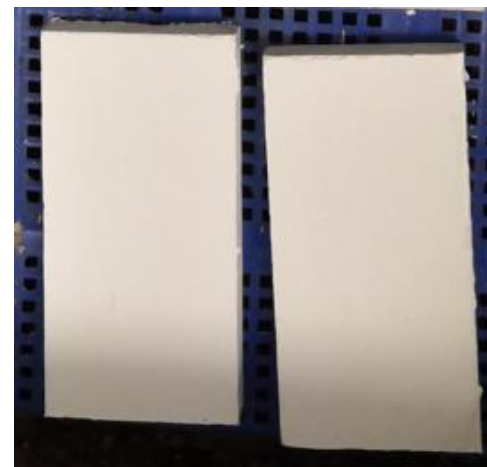


Nerezová forma s tenkou vrstvou tuhnutí směsi bílého cementu s TEX3

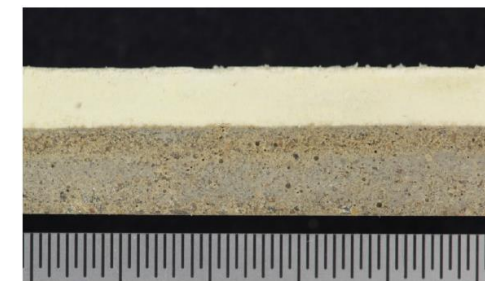


Směs Portlandského cementu a strusky aplikovaná na vrstvu fotoaktivního materiálu

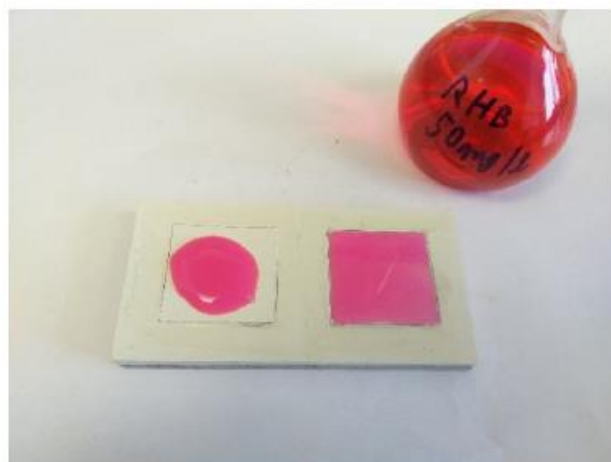
Připravené vzorky



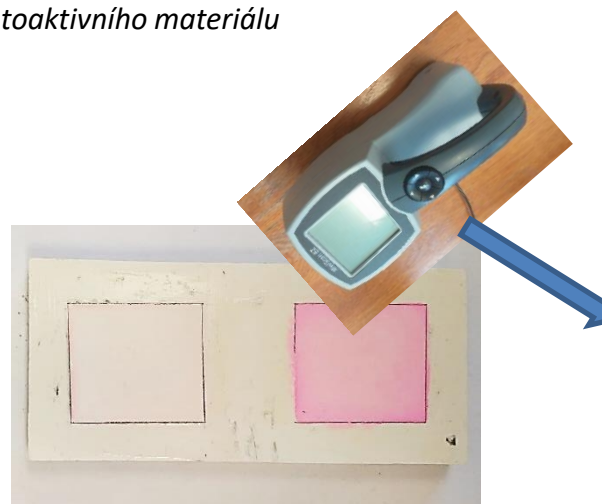
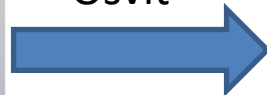
Charakterizace vrstvy



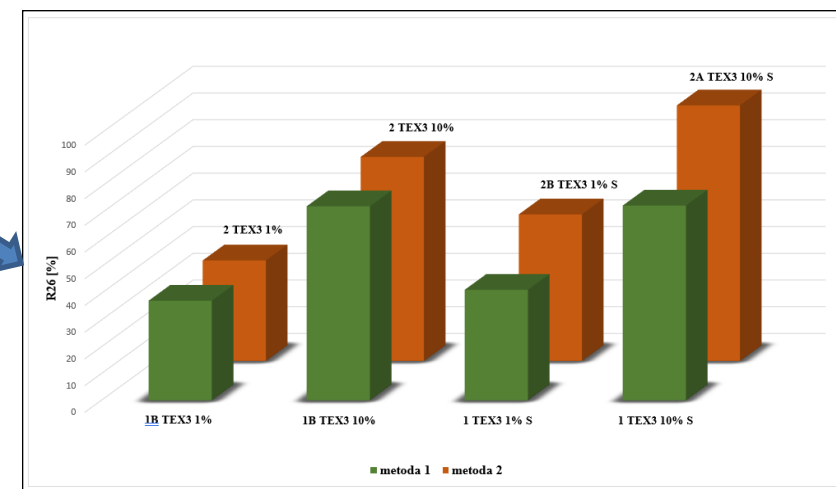
Fotodegradační test



Osvit



Úbytek barviva v čase 26 hodin



Porézní alkalicky aktivované strusky:



Testované způsoby přípravy:

- Příprava $g\text{-C}_3\text{N}_4$ přímo na povrchu porézního vzorku.
- Depozice $g\text{-C}_3\text{N}_4$ na povrch porézního vzorku z plynné fáze.
- Depozice $g\text{-C}_3\text{N}_4$ z jeho vodné suspenze.
- Zachycení $g\text{-C}_3\text{N}_4$ na povrchu pomocí vhodného pojiva.

Nalezen a ověřen způsob depozice fotoaktivního materiálu na povrch porézních vzorků.

Experimenty s testy fotodegradačních účinků v kapalně fázi (odbourávání RhB) prokázaly, že vzorek je fotoaktivní.

Zamýšlená finální aplikace – fotodegradace v plynné fázi – čištění vzduchu.

Úkoly:

- Katalog strusek.
- Hledání způsobu uvolnění na železo bohatých fázi ze strusek.
- Hledání souvislosti s vývojem pH statických vodných výluhů hydratovaných vzorků strusek a pevnostními parametry.
- Nalezení souvislostí mezi objemově nestabilními struskami a jejich chemickým a fázovým složením.
- Fotodegradační test v plynné fázi s porézními vzorky s deponovanou fotokatalyticky aktivní vrstvou.
- Úprava nemagnetické frakce s cílem zvýšení její elektrické vodivosti a testování pro elektrody superkondenzátorů.

Děkuji za pozornost



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



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**Smart Metallurgical
Waste Management**

2019 – 2022