

www.vsb.cz

Sanační a výplňové malty na bázi metalurgických odpadů

doc. Ing. Jana Daňková, Ph.D.

prof. Jana Seidlerová, CsC.

Ing. Petr Běčák

Ing. Adéla Valentová

Ing. Petr Unucka

Úvod

Trvale udržitelný rozvoj v oboru stavebnictví:

- surovinová základna (využití druhotných surovin, nižší úroveň hodnot kategorií dopadů),
- cirkulární ekonomika,
- předcházení vzniku odpadů (sanační technologie a sanační materiály).

Obtížně recyklovatelné metalurgické odpady, odpady z energetiky:

- jemnozrnné odpady s obtížnou využitelností (kaly, odprašky, popílký),
- odpady z obsahem volného CaO,
- řešení regionálních environmentálních zátěží regionu (současných i budoucích).

Metalurgické odpady

Jemné částice mají velmi malou velikost a nízkou hustotu, což usnadňuje jejich šíření vzduchem a obtížné shromažďování = VYUŽITÍ ?



a) Ocelové odprašky (O)

b) Popílek (P)

Velikost částic [mm]	Rozdělení velikosti částic [%]	
	O	P
1-0.2	14.2	0.5
0.2-0.125	18.4	0.4
0.125-0.04	45.6	25.9
<0.04	21.9	73.3

Metalurgické odpady

Element	Obsah sušiny [hm.%]		
	O	P	Mix No.2
Al ₂ O ₃	5.29	11.5	6.53
CaO	18.6	33.6	21.6
Fe ₂ O ₃	27.3	4.69	22.8
K ₂ O	4.29	<0.01	3.43
MgO	14.9	0.939	12.1
MnO	5.56	0.016	4.45
Na ₂ O	12.0	1.44	9.89
P ₂ O ₅	0.135	0.053	0.119
SiO ₂	4.62	32.0	10.1
SO ₃	3.51	5.12	3.83
TiO ₂	0.089	0.776	0.23
CaO(free)	6.23	20.0	8.98
ZŽ	9.61	9.05	

Z výše uvedených dvou druhů jemnozrnného odpadu byla připravena směs č. 2 s obsahem 80 % ocelového prachu (**O**) a 20 % popílku (**P**). Směs byla homogenizována.

Pojivo: PROMPT natural cement (Vicat, France):

Table 4: Chemical composition of PROMPT natural cement by manufacturer in mass %.

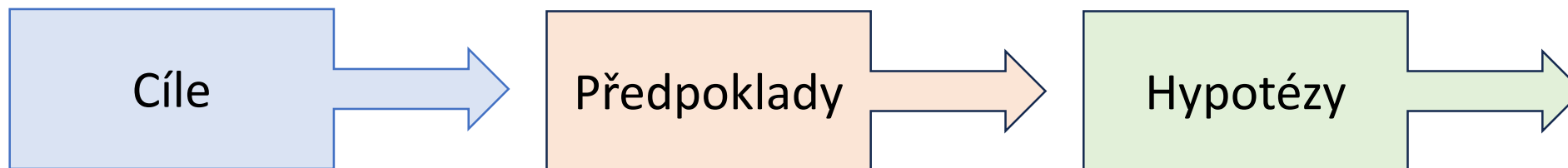
LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂
8.14%	18%	7.68%	3.2%	55.1%	3.69%	2.38%	0.97%	0.14%	0.072%	0.065%	0.28%

FTEXSE6.24.00.EN		Product :	Prompt Natural Cement : CNP PM NF
Updating :	02/01/2024	Plant :	Saint Egreve (38) - France

Physical and Mechanical characteristics						
Parameter		Test standard	Units	Average test values	Standard deviation	Limits CE & NF
Compressive strength on mortar 1/1	15 min	EN 196-1*	MPa	5	1,0	> 4
	1 hour	EN 196-1*	MPa	9	1,2	> 6
	3 hours	EN 196-1*	MPa	11	1,3	> 8
	1 day	EN 196-1*	MPa	14	1,3	> 10
	7 days	EN 196-1*	MPa	22	1,5	> 14
	28 days	EN 196-1*	MPa	26	2,5	> 19
Initial setting time		EN 196-3*	min	2,5	0,5	< 4
Soundness at 80°C		EN 196-3*	mm	9,0	3,0	< 15
Shrinkage on 1/1 mortar at 28 days		NF P 15-433*	µm/m	570	95	< 1200
Heat of hydration at 1 hour		EN 196-9*	J/g	125	15	≥ 70 ≤ 150
Specific gravity		Internal method	g/cm³	2,98	*	*
Fineness Blaine		EN 196-6	cm²/g	6600	450	> 5000

[illegible]

Návrh sanační a/nebo výplňové malty experimentální studie



Cíle: minimalizovat množství pojiva (PROMPT) a plniva, produkt (malta) bude mít pevnost v tlaku min. 2 MPa (28 dní), mrazuvzdornost, optimální doba tuhnutí, konzistence, nasákavost a pórovitost.

Předpoklady a hypotézy: směs odpadů No2 je (částečně) náhradou plniva a současně se (částečně) podílí na hydrataci, malty v průběhu hydratace nabývají na objemu (to není problém u výplňových malt),

Malty

Byly testovány **dvě receptury** (na základě výsledků předtestovací fáze), vzorky ve stáří **14-28-56** dní
Experimentální program (ztvrdlé malty):

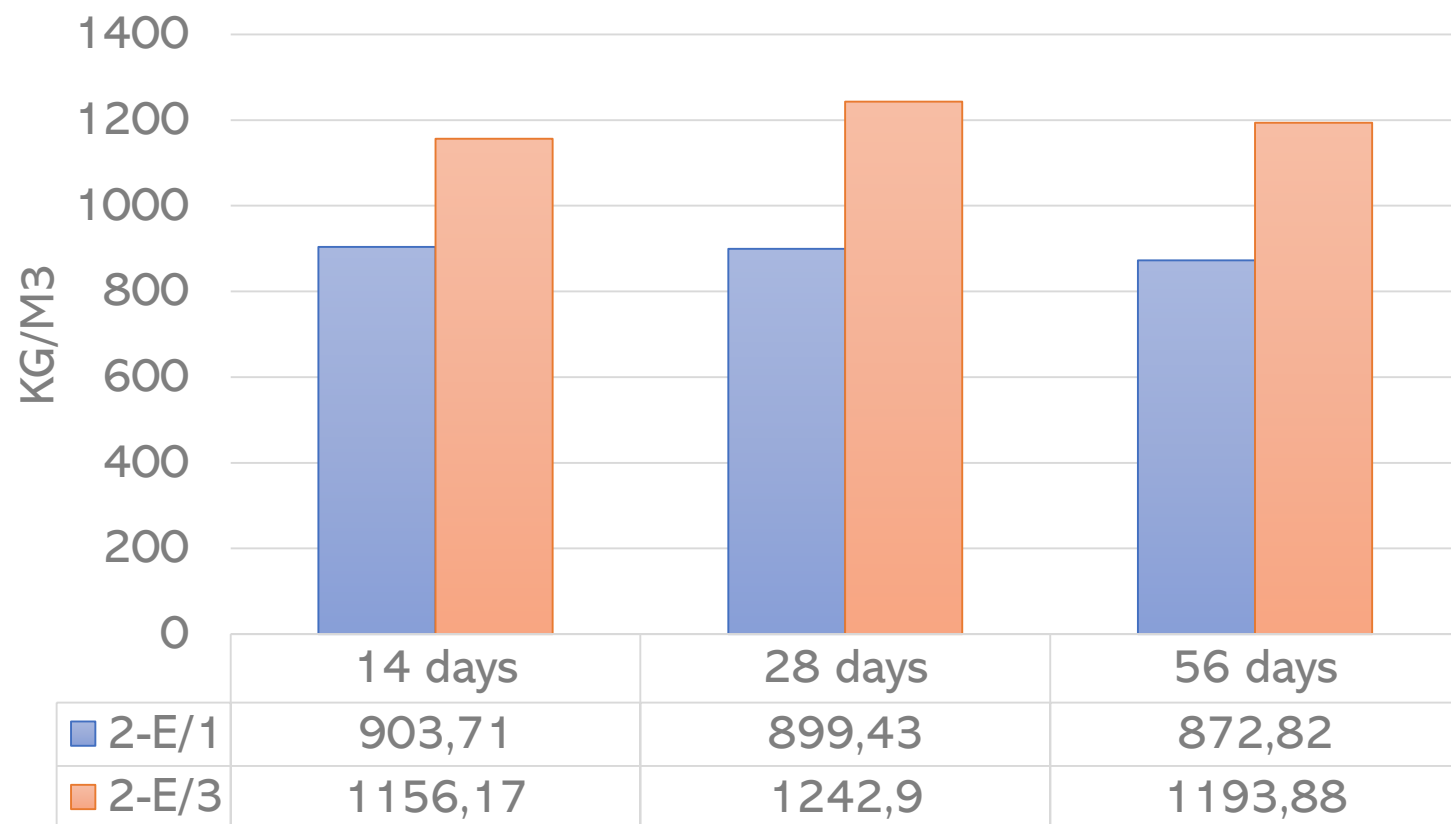
- Objemová hmotnost
- Pevnost (tah za ohybu, tlak)
- Nasákavost a porozimetrie
- Trvanlivost (probíhá)

RECEPTURY MALT

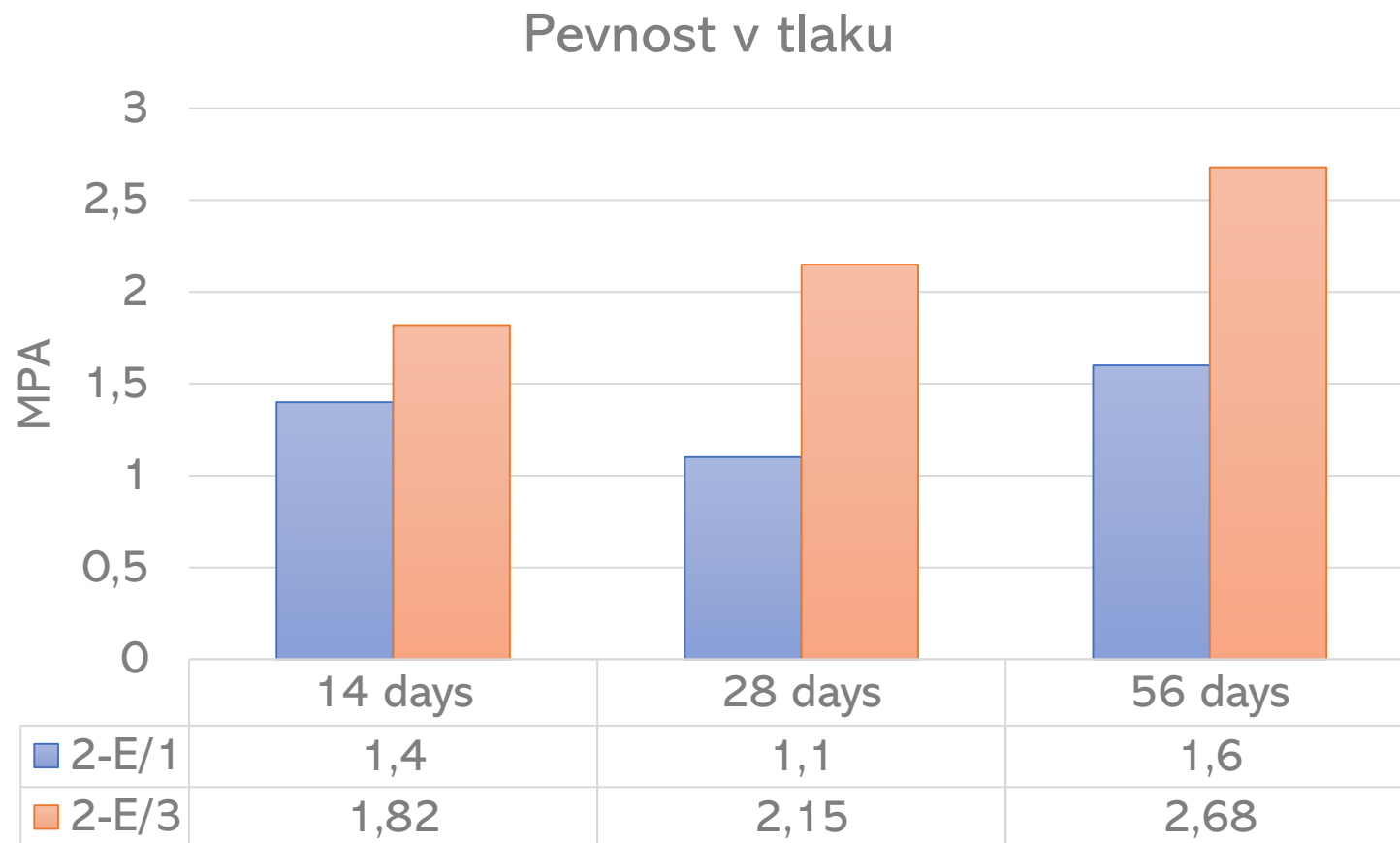
Složka	Malta 2E-1	Malta 2E-3
Směs odpadů No 2	400 g	400 g
PROMPT Natural cement (Vicat, France)	100 g	100 g
Písek	100 g	400 g
Voda	400 g	400 g

Výsledky

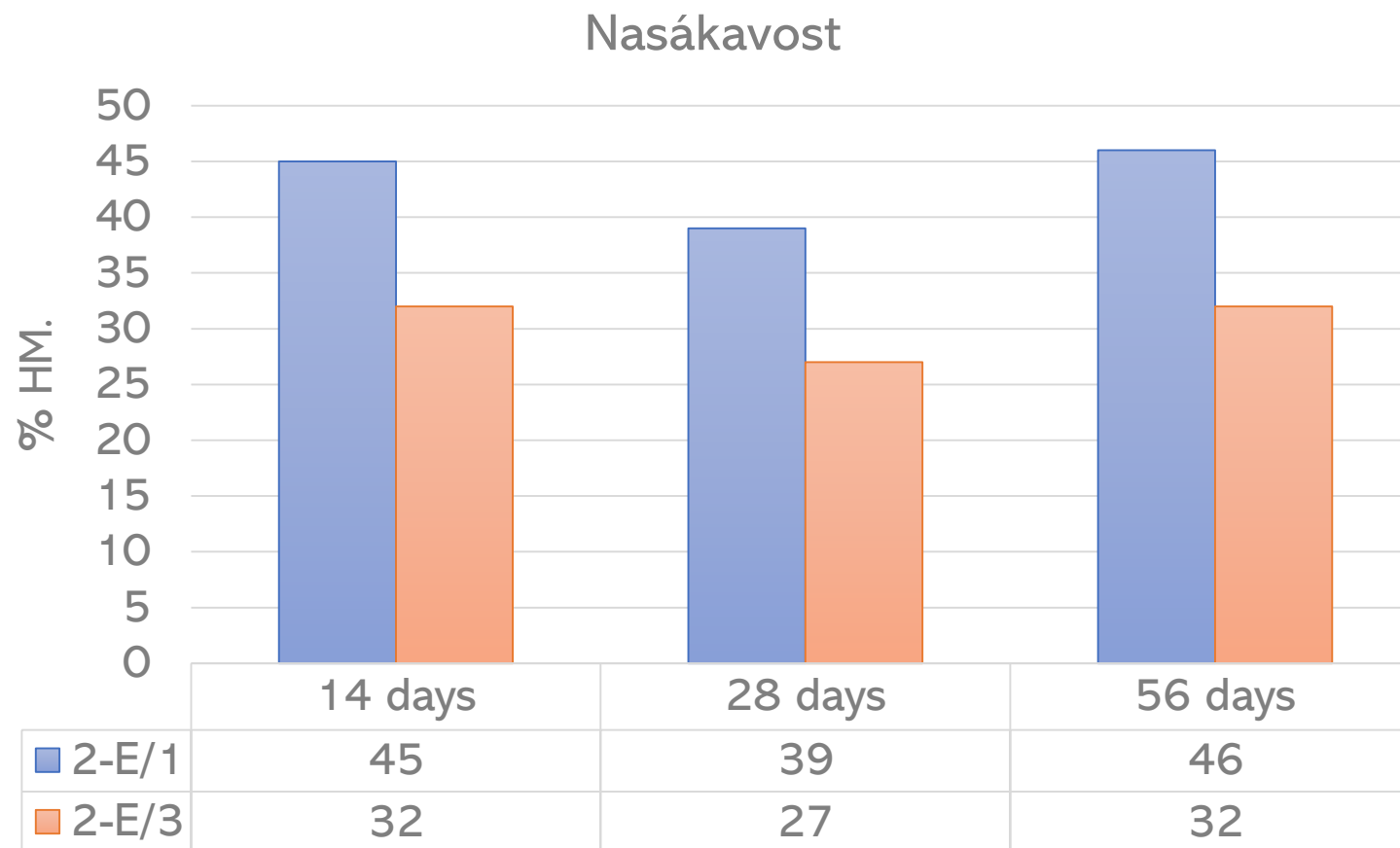
Objemová hmotnost



Výsledky



Výsledky



Závěr

- Hodnoty sledovaných vlastností jsou přijatelně „homogenní“, což je pro velmi nehomogenní suroviny (směs odpadů, přírodní pojivo) optimistický výsledek
- V maltě 2-E/1 se více projevuje perioda „dormace“ (28 denní vzorky)
- Pevnost v tlaku roste se stářím vzorku (podle očekávání) a je vyšší u 2-E/3

Další:

- Bobtnání je výrazné u 2-E/1,
- Konzistence i doba tuhnutí jsou přijatelné (rychlá tuhnutí PROMPT potlačeno)
 - Stanovení porozity (?)
 - Pevnost malt nebyla ovlivněna zmrazovacími cykly (?)

Děkuji za pozornost