



## NOVÉ TYPY BETONŮ PRO CB KRYTY VOZOVEK S VYUŽITÍM SMĚSNÝCH CEMENTŮ A VEDLEJŠÍCH ENERGETICKÝCH PRODUKTŮ

Zpracovali: Ing. Aleš Kratochvíl, Ing. Tomáš Zavřel (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.); Ing. Jiří Šrůtka (Skanska, a.s.)

### Souhrn

Cílem řešení bylo ověření možnosti alternativního využití tuzemských směsných cementů, resp. betonů, obsahujících vedlejší produkty průmyslových technologií užívaných na území ČR (např. jemně mletá vysokopeční granulovaná struska) v silničním stavitelství. Řešení projektu se v roce 2015 soustředilo především na zkoušky vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností tohoto typu betonů, a to v čerstvém i ztvrdlém stavu. Zkoušky byly realizovány na betonech odebraných při betonáži experimentálního úseku cementobetonové vozovky v areálu firmy Skanska, a.s. ve Starém Městě u Uherského Hradiště.

### Oblast použití

Výsledky řešení bude možno využít při výstavbě, opravách a rekonstrukcích cementobetonových:

- 1) krytů pozemních komunikací,
- 2) vzletových a přistávacích drah letišť i dalších letištních drah a ploch (např. stojánky),
- 3) parkovacích, odstavných a manipulačních ploch (např. logistická centra),
- 4) přímo pojízdných mostovek.

### Metodika a postup řešení

#### Zkoušky čerstvého betonu

V rámci zkušebního úseku byla použita referenční betonová směs obsahující CEM I 42,5 Rsc a tři experimentální betonové směsi kde byl celkový objem použitého CEM I 42,5 Rsc nahrazen 15 %, 30 % a 45 % jemně mleté vysokopeční granulované strusky. Na těchto betonech byly ověřovány vlastnosti čerstvého a ztvrdlého betonu. Zkoušky ztvrdlých betonů byly provedeny v termínech 28, 56, 180 a 365 dnů od doby odebrání vzorků při betonáži. Odběr zkušebních těles byl proveden ze dvou autodomíchávačů (v tabulkách zkoušek čerstvých betonů označeny jako mix 1 a mix 2). Výsledky těchto zkoušek čerstvého betonu jsou uvedeny v následující části této zprávy.

Tab. 1 Výsledky zkoušek vlastností čerstvého betonu.

Charakteristik a	100% cement		85% cement + 15% struska	
	mix 1	mix 2	mix 1	mix 2
teplota prostředí [°C]	13,1	15,9	14,9	16,8
teplota vzorku [°C]	20,6	22,2	21,5	21,4
zkouška sednutím [mm]	30	30	40	40
objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	2330	2330	2340	2320
obsah vzduchu [%]	4,3	4,4	4,1	4,6

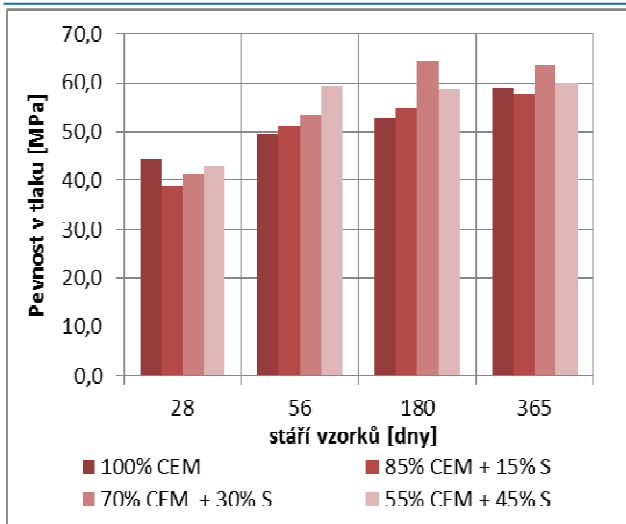
Charakteristika	70% cement + 30% struska		55% cement + 45% struska	
	mix 1	mix 2	mix 1	mix 2
teplota prostředí [°C]	19,6	21,5	20,9	21,9
teplota vzorku [°C]	20,9	21,3	21,1	21,3
zkouška sednutím [mm]	30	30	20	30
objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	2380	2350	2340	2330
obsah vzduchu [%]	2,8	3,7	4,0	4,4

#### Zkoušky ztvrdlého betonu

Dále byly provedeny zkoušky všech výše uvedených betonů ve ztvrdlém stavu. V první fázi se jednalo o zkoušky pevnosti betonu v tlaku a v tahu ohybem (včetně zkoušky pevnosti na zlomcích trámů).

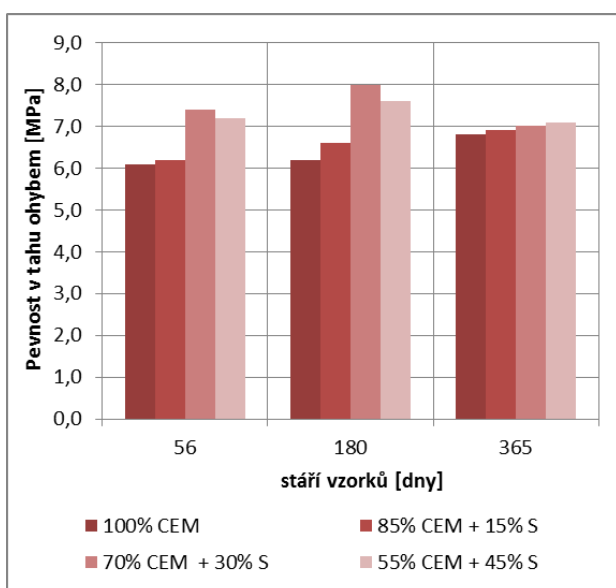
Tab. 2 Výsledky zkoušek pevnosti betonu v tlaku.

Zkouška	Dny	100% CEM	85% CEM + 15% S	70% CEM + 30% S	55% CEM + 45% S
Pevnost v tlaku [MPa]	28	44,3	38,8	41,4	42,8
	56	49,5	51,0	53,4	59,4
	180	52,7	54,7	64,3	58,7
	365	59,1	57,5	63,7	60,1



Tab. 3 Výsledky zkoušek pevnosti v tahu ohybem.

Zkouška	Dny	Trámce 100x100x400 mm			
		100% CEM	85% CEM + 15% S	70% CEM + 30% S	55% CEM + 45% S
Pevnost v tahu ohybem [MPa]	56	6,1	6,2	7,4	7,2
	180	6,2	6,6	8,0	7,6
	365	6,8	6,9	7,0	7,1
	trámce 150x150x700 mm				
	365	-	6,3	6,8	6,9



Tab. 4 Výsledky zkoušek pevnosti v tlaku na zlomcích.

Zkouška	Dny	100% CEM	85% CEM + 15% S	70% CEM + 30% S	55% CEM + 45% S
Pevnost v tlaku na zlomcích [MPa]	56	54,7	51,6	47,2	49,1
	180	38,2	36,1	49,1	52,1
	365	62,9	60,5	69,0	61,8

## Zkoušky trvanlivosti

Zkoušky odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a CHRL byly provedeny jak na vzorcích odebraných při betonáži, tak na vývrtech. Jako zkušební metoda byla zvolena metoda C podle ČSN 73 1326. Jako zkušební tělesa byly použity válce o průměru 150 mm a výšky 300 případně vývrty průměru 150 mm. Z těchto těles/vývrťů byly následně ke zkouškám použity odřezy o výšce 50 mm, a to jak jejich povrchová část, tak i část středová. Tyto zkoušky nebyly ke konci roku 2015 z důvodu své časové náročnosti dokončeny a budou pokračovat i v roce 2016. V následujících tabulkách jsou proto uvedeny pouze dílčí výsledky těchto zkoušek.

Tab. 5 Výsledky zkoušek odolnosti povrchu na vývrtech.

Označení receptury	100% CEM	85% CEM + 15% S	70% CEM + 30% S	55% CEM + 45% S
počet vzorků	2 vývrty (povrch)	2 vývrty (povrch)	2 vývrty (povrch)	2 vývrty (povrch)
25 c [g/m <sup>2</sup> ]	736 / 995	340 / 428	103 / 74	388 / 720
50 c [g/m <sup>2</sup> ]	856 / 1030	346 / 548	308 / 108	405 / 783
75 c [g/m <sup>2</sup> ]	873 / 1058	352 / 553	314 / 160	645 / 800
100 c [g/m <sup>2</sup> ]	878 / 1064	409 / 559	343 / 171	650 / 971
125 c [g/m <sup>2</sup> ]	918 / 1127	414 / 565	388 / 177	667 / 1097

Označení receptury	100% CEM	85% CEM + 15% S	70% CEM + 30% S	55% CEM + 45% S
počet vzorků	2 vývrty (střed)	2 vývrty (střed)	2 vývrty (střed)	2 vývrty (střed)
25 c [g/m <sup>2</sup> ]	17 / 34	34 / 46	34 / 29	80 / 40
50 c [g/m <sup>2</sup> ]	46 / 46	74 / 80	86 / 68	206 / 80
75 c [g/m <sup>2</sup> ]	86 / 86	114 / 126	165 / 114	360 / 143
100 c [g/m <sup>2</sup> ]	97 / 114	131 / 149	234 / 171	463 / 206
125 c [g/m <sup>2</sup> ]	143 / 143	211 / 177	342 / 251	685 / 326

## Výsledky

Z dosud získaných výsledků je zřejmé, že experimentální betony s příměsí strusky jsou v pevnostních charakteristikách s betonem vyrobeným z portlandského cementu užívaného v silničním stavitelství srovnatelné. Konečné vyhodnocení celého experimentu bude možné až po dokončení zkoušek realizovaných za účelem porovnání trvanlivosti betonu.

## Literatura

- [1] Peter Bilgeri, Andreas Fuchs, Reiner Henneken: Innovation im Autobahnbau – Fahrbahndecke mit Hochofenzement CEM III/A 42,5 N.
- [2] Neuer Zement für Beton-Fahrbahndecken CEM II/B-S 42,5 N (st).