



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

Zpracovali: Ing. Aleš Kratochvíl, Ing. Tomáš Zavel, Ing. Josef Stryk, Ph.D., Ing. Aleš Frýbort (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.); doc. Ing. Vít Šmilauer, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Praze)

### Souhrn

Po ověření a prokázání efektivity využití směsných cementů v cementobetonových krytech pozemních komunikací v předcházejících letech řešení projektu byla v roce 2017 pozornost soustředěna především na posouzení možností využít do cementobetonových krytů různé typy směsných cementů tuzemské provenience. Kromě toho pokračovaly i některé dříve zahájené aktivity, například ústřední zástupce CDV na inno2017 pracovní skupiny pro ověření životnosti CB krytů, která pracuje v rámci SD R (Ing. Stryk, Ph.D.). Pokračovaly i zkoušky a měření na vzorcích vyrobených a odebraných v předcházejících letech řešení projektu (v roce 2017 byly zkoušky zaměřeny především na sledování změny pórového systému vozovkových betonů vyrobených s různým obsahem strusky v asu).

Nově bylo zahájeno testování vozovkových betonů vyrobených historicky na území ČR s cílem identifikovat zastoupení jednotlivých složek v cementech použitých k jejich výrobě.

### Oblast použití

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

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

Dále bude možno výsledky řešení projektu využít i u dalších konstrukcí, které jsou ohroženy výskytem rozpínavých reakcí v betonu.

Analytické rozborů nehydratovaných fragmentů cementových slínek na různých starých vzorcích betonu nám poskytují informaci nejen o jejich chemickém složení, ale je možné získat určitou (by

idealizovanou) představu o jeho výchozím složení. Při znalosti receptury lze i odhalit zda byl použit daný druh cementu.

### Metodika a postup řešení

V rámci řešení projektu, která se zabývala možnostmi využití směsných cementů do vozovkových betonů, byly realizovány následující aktivity:

- 1) pasportizace směsných cementů využívaných v zahraničí pro výrobu vozovkových betonů a vyhodnocení zahraničních zkušeností se zaměřením na klimaticky srovnatelné země (Německo, Rakousko),
- 2) ověření rozsahu výroby srovnatelných cementů na území ČR a výběr tuzemských cementů pro porovnávací zkoušky,
- 3) zajištění dodávky speciálního směsného silničního cementu (CEM II/B-S 42,5 N, výrobce Readymix Zement, AG, závod Rudersdorf) pro porovnávací zkoušky,
- 4) návrh rozsahu a zahájení nových porovnávacích zkoušek.

V rámci sledování změny pórového systému vozovkových betonů vyrobených s různým obsahem strusky v asu byly v roce 2017 provedeny opakované zkoušky na vzorcích testovaných již v roce 2016 (minimální časový rozdíl mezi dvěma měřeními byl 10 měsíců). Tyto zkoušky byly stejné jako v roce 2016 realizovány na základě s programovým vybavením LUCIA.

Analýza vozovkových betonů vyrobených historicky na území ČR je zaměřena především na ověření zastoupení slinkových minerálů - zejména poměru mezi  $C_2S$  (belit -  $2CaO \cdot SiO_2$ ),  $C_3S$  (alit -  $3CaO \cdot SiO_2$ ),  $C_4AF$  (celit -  $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ) a  $C_3A$  (tmavá mezní hmota -  $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) v použitých cementech, ale i na ověření výskytu strusky a popílku v těchto betonech. Tyto práce se provádějí prostřednictvím chemických mikroanalýz s využitím energiov-disperzní rentgenové spektroskopie (EDX) a skenovací elektronové mikroskopie (SEM).

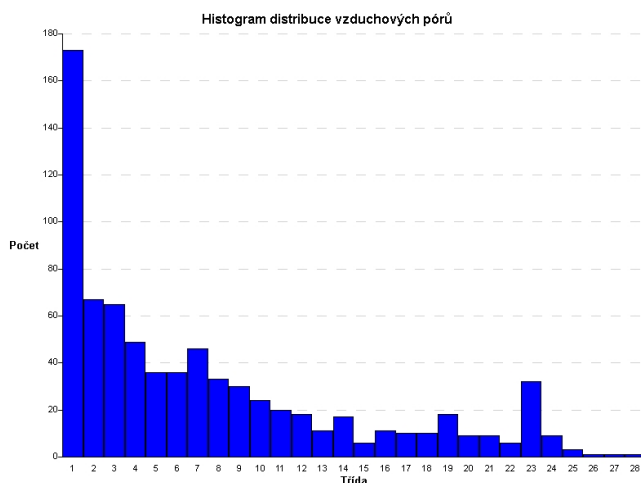
Cílem je dle kladně posoudit vliv složení cementu a příměsí na některé vybrané vlastnosti vozovkových betonů.

## Výsledky

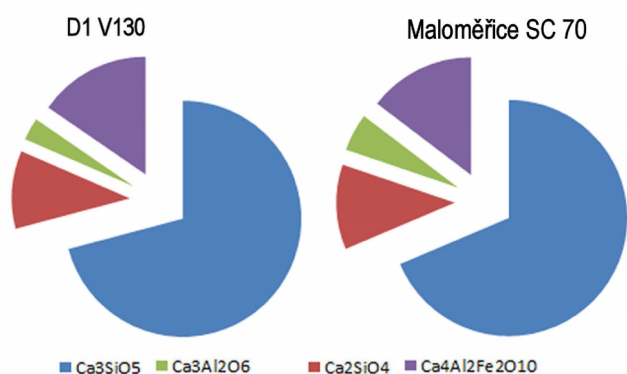
Na základě provedené pasportizace směsí cementů využívaných v zahraničí pro výrobu vozovkových betonů a výsledků ověření rozsahu výroby srovnatelných cementů na území ČR byly z tuzemské proveniencí pro provedení porovnávacích zkoušek vybrány:

- 1) CEM II/B-S 32,5 R (cementárna Radotín)
- 2) CEM II/A-S 42,5 N (cementárna Mokrá)
- 3) CEM II/A-S 42,5 R (cement. Prachovice)
- 4) CEM II/B-S 32,5 R (cementárna Jižkovice)
- 5) CEM III/A 42,5 N (cementárna Hranice)

Aktuálně probíhají u všech výše uvedených cementů zkoušky jejich základních mechanicko-fyzikálních parametrů. S ohledem na dlouhodobý charakter těchto zkoušek (např. stanovení pevnosti) budou kompletní výsledky těchto zkoušek k dispozici v průběhu I. kvartálu roku 2018.



Obr. 1 Histogramu distribuce vzduchových pórů v cementovém kameni při substituci 45% cementu struskou (stav v roce 2017)



Obr. 2 Korelace mezi normativním minerálním složením slínekových relikvů v itomých ve vývrtech a archivním doloženým cementem použitým v CB krytech v r. 1995

Příklad výsledku opakovaného stanovení velikosti vzduchových pórů ve vozovkovém betonu, ve kterém bylo 45 % dávky cementu nahrazeno struskou, jsou uvedeny na obr. 1.

Výsledky analýz vozovkových betonů vyrobených historicky na území ČR vypadají slibně, testovaly se různé způsoby kvantifikace vývoje slínekových fází cementu, které se porovnávaly s deklarovaným složením cementu, viz obr. 2.

## Závěr

Zkoušky základních mechanicko-fyzikálních charakteristik vybraných cementů probíhají. Na základě jejich výsledků bude proveden návrh betonových směsí, které budou podrobeny zkouškám v roce 2018.

Výsledky opakovaného stanovení velikosti vzduchových pórů ve vozovkovém betonu zatím neprokázaly očekávaný pokles objemu vzduchových pórů v betonu vase související s předpokládanou pomalejší hydratací strusky, a s tím souvisejícím „zarstáním“ pórového systému cementového kamene. Měření budou v roce 2018 dále pokračovat.

Výsledky analýzy vozovkových betonů vyrobených historicky na území ČR pomocí kombinace EDX/SEM analýz umožní získat informace nejenom o struktuře a složení betonu, ale také o použitém druhu cementu.

Jelikož SN 73 6123-1:2014 umožňuje použití při výstavbě CB krytů i portlandský struskový cement CEM II/A-S nebo CEM II/B-S (pevnostní třídy 32,5 nebo 42,5), nestojí uplatnění směsí cementů nic v cestě.

Výsledky této aktivity budou v roce 2019 shrnuty do doporučení, které by tomu mohlo napomoci.

SD přijatá opatření ohledně prodloužení životnosti CB krytů jsou v souladu s tímto závěry - zpomalení procesu hydratace betonu (použití směsí cementů a cementů nižších pevnostních tříd s menším množstvím povrchem).

## Literatura

[1] Bezerra U.T., Martinelli A.E., Melo D.M.A., Melo M.A.F., Lima, F.M. (2011) A correlation between Bogue's equations and Taylor's procedure for the evaluation of crystalline phases in special class Portland oil well cement clinker. *Ceramica*. Vol. 57, pp 122-128.

[2] Frýbort A., Gregerová M., Stryk J., Štulíková J., Všianský D. identifikace povrchu cementu v CBK pomocí elektronové mikroanalýzy – lánek v recenzním řízení.