

Betony pro zimní období

V zimním období je provádění betonářských prací značně ovlivněno nízkými teplotami prostředí. Kvalitu výsledné betonové konstrukce a rychlost dosažení požadovaných parametrů betonu ovlivňují zejména následující skutečnosti: teplota čerstvého betonu, složení betonu, teplota prostředí a ošetřování betonu.

Teplota čerstvého betonu a zimní opatření na betonárnách jsou zajišťovány a neustále kontrolovány samotnými výrobci betonových směsí. Problematika teploty prostředí a ošetřování betonu na stavbách je uvedena například v normě ČSN EN 13670 nebo v dokumentu *Všeobecný (základní) návod na použití betonu* od Svazu výrobců betonu ČR.

Všechny dokumenty se shodují na limitní teplotě 5 °C. Když teplota betonu poklesne pod 5 °C, hydratace se zásadním způsobem zpomaluje, téměř se zastavuje. Beton by tedy měl být na stavbu dovezen o teplotě vyšší než 5 °C a pomocí ošetřování by jeho teplota měla být nad touto hodnotou udržena až do dosažení pevnosti v tlaku minimálně 5 MPa. Je ovšem nutno počítat s tím, že když se po dosažení pevnosti 5 MPa přestane beton teplotně oše-

třovat a vychladne na teplotu nižší než 5 °C, nárůst pevností se téměř zastaví. To může negativně ovlivnit čas odbednění, zejména stropních konstrukcí.

Tento článek se zabývá technologickými možnostmi, jak urychlit dosažení požadovaných vlastností betonu pomocí jeho složení. Uvedené výsledky je nutno brát jako příklad dosažených výsledků, nejedná se o zaručené chování dodávaných betonů. Konkrétní hodnoty platí pro betony dodávané firmou TBG Metrostav, s. r. o., z betonáren v Praze.

Použitý cement

Použitý cement zásadním způsobem ovlivňuje rychlost náběhu pevností betonu v čase. V zimním období je rychlost náběhu pevností betonu v konstrukci výrazně ovlivněna i vývo-

jem hydratačního tepla cementu. V TBG Metrostav jsou standardně k dispozici následující typy cementů:

- CEM II/B-S 32,5 R – Základní typ cementu v TBG Metrostav. Betony s tímto cementem jsou optimální variantou z pohledu ceny a technických parametrů.
- CEM I 42,5 R – Typ cementu, určený zejména pro betony v prostředí XF2-4 nebo pro betony s rychlým náběhem pevností. Betony s tímto cementem jsou vhodné pro konstrukce prováděné v zimním období.
- CEM III/B 32,5 L – LH/SR – Cement s nízkým vývojem hydratačního tepla, určený zejména pro vodonepropustné a masivní konstrukce a pro konstrukce v prostředí se síranovou agresivitou.

Doporučení k volbě cementu

V zimních podmínkách přichází v úvahu použití rychlého portlandského cementu CEM I 42,5 R místo standardního cementu CEM II/B-S 32,5 R. Touto záměnou nezkrátíme zpracovatelnost betonu, ale zvýšíme samoohřev betonové konstrukce během tvrdnutí a urychlíme náběh pevností. Rozdíl v náběhu pevností ve venkovních chladných (cca 5 °C) a laboratorních podmínkách (21 °C) je uveden v grafu č. 1. V grafu



Obr. 1, 2: Zimní betonáž



Obr. 3, 4: Ošetřování betonu v zimě



je vidět rozdílný nárůst pevností betonů s různými cementy. Je vidět, že ve stáří 2–3 dny je pevnost betonu s portlandským cementem CEM I 42,5 R vyšší o 15–25 % než pevnost betonu se struskoportlandským cementem CEM II/B-S 32,5 R.

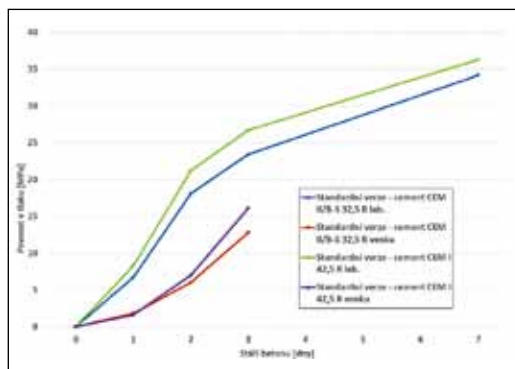
Při použití receptur s portlandským cementem CEM I 42,5 dosáhneme rychlejšího nárůstu pevností, ale bez zkrácení zpracovatelnosti. Máme tedy stejnou dobu na zpracování a dopravu jako u běžné receptury, ale s podstatně rychlejším vývojem pevností a vyšším ohřátím konstrukce od hydratačního tepla. Tohoto rychlejšího nárůstu pevností dosáhneme jak v chladných, tak v teplejších podmínkách. Záměna cementu naopak není řešením v případech, kdy je potřeba rychlejšího nastartování směsi, třeba kvůli rychlejšímu leštění (viz graf č. 2).

Použití přísady – varianty R

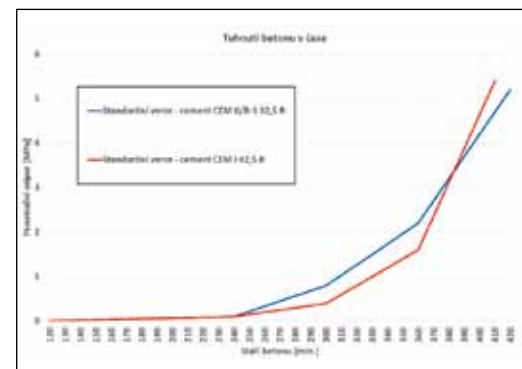
Typ plastifikační přísady ovlivňuje zejména počátek tuhnutí a tvrdnutí betonu. V TBG Metrostav je používána široká škála přísad, umožňující nastavení parametrů betonu na míru zákazníkovi.

Pro zimní období jsou k dispozici superplastifikační přísady s urychlujícím účinkem. Betony s těmito přísadami jsou značeny jako varianta R. Jejich účinek je v urychlení počátku tuhnutí a tvrdnutí (graf č. 4). Tím se sice určitým způsobem zkracuje doba zpracovatelnosti, ale výrazně se omezí chladnutí betonu před počátkem hydratace a započítáním samoohřevu betonu. Nárůst pevností na laboratorních vzorcích se zásadním způsobem neliší (graf č. 3).

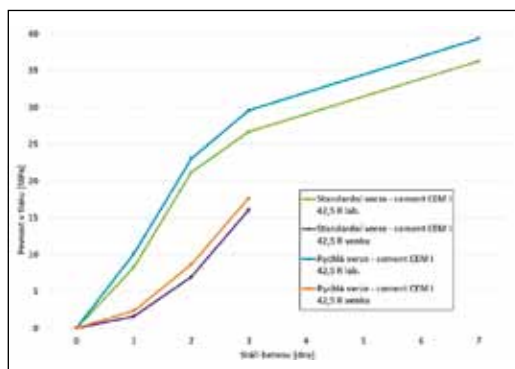
Efektu urychlení počátku tuhnutí a tvrdnutí se využívá i v případech, kde potřebujeme začít rychle po uložení betonu leštit jeho povrch. Efekt urychlení oproti standardnímu betonu je viditelný vždy, pouze se v závislosti na aktuálních podmínkách mění absolutní hodnoty.



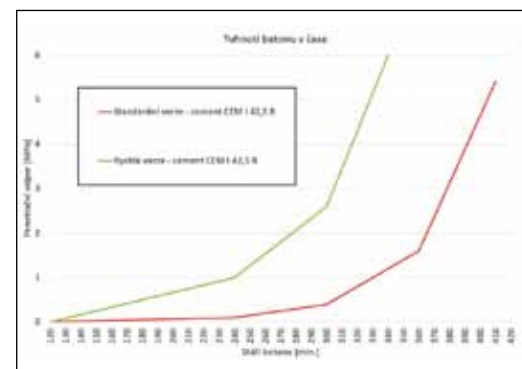
Graf 1: Porovnání rychlosti náběhu krátkodobých pevností betonů s cementy CEM I 42,5 R a CEM II/B-S 32,5 R



Graf 2: Porovnání počátků tuhnutí a tvrdnutí penetračním odporem u betonů s cementy CEM I 42,5 R a CEM II/B-S 32,5 R



Graf 3: Porovnání rychlosti náběhu krátkodobých pevností betonů v rychlé variantě (R) a standardních betonů



Graf 4: Porovnání počátků tuhnutí a tvrdnutí penetračním odporem betonů v rychlé variantě (R) a standardních betonů

Závěr

V tomto článku byly ukázány způsoby, jak urychlit počátek tuhnutí a tvrdnutí nebo jak urychlit nárůst krátkodobých pevností. Uvedené výsledky jsou reálně naměřené, nejsou ale hodnotami zaručenými. Poměry a závislosti jsou však obecně platné. Platí, že chci-li urychlit nárůst pevností, zvolím rychlejší portlandský cement. Zachovám si tak i dobu zpracovatelnosti. Chci-li naopak urychlit počátek tuhnutí a tvrdnutí, zvolím variantu R, ale za cenu zkrácení zpracovatelnosti. Vždy

je možné zvolit oba způsoby naráz a získám tak nejrychlejší možnou variantu betonu, vhodnou zejména pro použití v zimním období.

ROBERT COUFAL

foto archiv firmy TBG Metrostav, s. r. o.

Ing. Robert Coufal, Ph.D., (*1980) absolvoval České vysoké učení technické v Praze, Fakultu stavební. Pracuje jako technolog ve firmě TBG Metrostav, s. r. o., kde má na starosti výzkum a vývoj nových produktů.

	Typ cementu		Varianta		Zpracovatelnost		Vývoj hydratačního tepla		Vývoj krátkodobých pevností (do 24 hod.)		Vývoj krátkodobých pevností (do 1–14 dní)		Kódové označení betonů pro snazší objednání			
													C20/25		C30/37	
Účel receptury	CEM II/B-S 32,5 R	CEM I 42,5 R	standardní 0	rychlá R	standardní 0	rychlá R	standardní 0	rychlá R	standardní 0	rychlá R	standardní 0	rychlá R	XC1-2	XC1-4, XD1-2, XF1, XA1	XC1-2	XC1-4, XD1-2, XF1, XA1
standardní ekonomická	✓		✓		✓		✓		✓		✓		C310D40.22	C310J40.22	C380D40.22	C380J40.22
urychlené leštění	✓		✓		✓		✓		✓		✓		C310D4R.22	C310J4R.22	C380D4R.22	C380J4R.22
urychlené odbednování		✓	✓		✓		✓		✓		✓		C300D40.22	C300J40.22	C370D40.22	C370J40.22
zimní varianta		✓	✓		✓		✓		✓		✓		C300D40.22	C300J40.22	C370D40.22	C370J40.22
nejrychlejší zimní varianta		✓	✓		✓		✓		✓		✓		C300D4R.22	C300J4R.22	C370D4R.22	C370J4R.22

Pozn.: Uvedené receptury betonu jsou uvažovány v konzistenci S4 (sednutí kužele 160–210 mm).