

Betonování v zimním období



Při dodržení pravidel lze betonovat i v mrazech



Tvrdnoucí cementová směs s pískem a hrubým kamenivem je porézní hmota, která obsahuje vodu. Její maximální pevnost je dosahována při nejnižším množství vzduchu. Stejně tak maximální odolnost proti mrazu závisí na velikosti a distribuci pórů a kapilár a jejich saturaci. Pro urychlení tuhnutí doporučuje společnost BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o. použít zimní aktivátor POZZUTEC 10 M.

Co je zimní období?

Zimní období je definováno jako perioda, kdy průměrná teplota prostředí v průběhu alespoň 3 dnů po sobě je nižší než +5 °C. Je třeba vycházet z toho, že totální zpomalení hydratace cementu začíná již při teplotě +5 °C a při dalším poklesu se úplně zastavuje. Tyto podmínky opravňují ke zvláštním opatřením při ukládání, dokončovacích pracích, ošetřování a ochrany betonu.

Průměrný počet dnů v ČR, které mají vliv na výrobu a ukládání betonové směsi je následující:

- počet dnů v roce s průměrnou denní teplotou nižší než +5 °C je celkem 146 počátek v průměru od 28. 10., konec v průměru až 4. 4.
- počet dnů v roce s průměrnou denní teplotou nižší než 0 °C je celkem 74 počátek v průměru od 3. 12., konec v průměru 28. 2.
- počet dnů v roce s celodenní teplotou nižší než –0,1 °C (mrazové dny) 34 nárazově a nečekaně většinou ve skupině několika dní leden–únor.

Z uvedeného vyplývá, že betonáž v zimním období nemůže být považována za okrajový problém, protože ohrožení nízkou teplotou je prakticky po dobu 6 měsíců a z toho 3 měsíce je třeba provádět zvláštní opatření, bez kterých by byl ohrožen celý výrobní komplex, tedy i výroba betonové směsi.

Příčiny problémů betonování v zimním období

1. Zpomalený vývoj pevnosti

Hydratace se téměř zastavuje při teplotě betonu nižší než +5 °C a při teplotách betonu pod 0 °C se obvykle přerušuje úplně, protože nezbyvá voda v tekutém stavu k reakci s cementem. Nárůst pevností je odvislý od rychlosti hydratace.

2. Tvorba ledu ve struktuře betonu

Objem vody se přechodem do tuhého skupenství zvětšuje o 9 %. Tím se vytváří v pórové mikrostruktuře hydraulický tlak a nemá-li beton dostatečnou pevnost, dochází vlivem napětí v tahu k místnímu porušení struktury. Následkem toho se snižuje pevnost betonu, soudržnost cementového kamene s povrchem kameniva i s ocelovou výztuží. Proto je třeba beton v raném stadiu tvrdnutí chránit do té doby, než dosáhne minimální pevnosti, kterou nazýváme zmrazovací pevností – dle ENV 206-5 MPa. Tato minimální pevnost je však nedostatečná pro vícenásobné zmrazování a rozmrazování, neboť vzniklé mikrotrhlínky se opakovaným zmrazováním rozšiřují i prodlužují a po několika cyklech nastává viditelné porušení betonu.

3. Sníh a led v bedně a na výztuži

Sníh a led ve styku s čerstvým betonem taje a tím se zvyšuje vodní součinitel v oblastech zvýšeného namáhání. Před betonáží je nutné velmi pečlivě odstranit napadaný sníh a led, nejlépe vysušením horkým vzduchem. Výztuž rovněž očistit od ledu a zahřát ji na teplotu alespoň 0 °C. V žádném případě nebetonovat na zmrzlou a zledovatělou pracovní spáru.

4. Teplotní diference v průřezu konstrukce

Velmi účinnou ochranou betonu před zmrznutím je využívání hydratačního tepla vzniklého reakcí cementu. Hydratační teplo je velmi účinné zvláště u masivních konstrukcí, ale na povrchu betonu dochází k ochlazování venkovním chladným vzduchem a vznikají velké teplotní diference proti středu konstrukce, kde je teplota nejvyšší. Teplotní gradienty jsou doprovázeny rozdílnou teplotní dilatací a důsledkem jsou trhlinky betonu.

K omezení těchto faktorů ČSN 732400 předepisuje opatření popsaná v kapitole 12 a ČSN ENV 206 v kapitole 10.6. K snadnějšímu dodržení těchto norem a zvládnutí zimní betonáže Vám nabízíme následující doporučení a výrobky. Za použití přísad do betonu firmy Degussa lze bez snížení kvality betonu betonovat i při –20 °C teplotě vzduchu. Zkušenosti z praxe ukázaly, že je možné hospodárně provádat betonáže v zimním období, neboť v konečném efektu dovolují snížení sezónnosti stavebních prací, a tím nabízejí

investorům, stavebním firmám a dělníkům nesporné výhody. Vždy je však třeba si uvědomit, že zimní opatření znamenají zvýšení výrobních nákladů (na energie, materiály, pracnost, zařízení atd.) a je nutné zvážit nutnost betonování a následné riziko nepředvídatelnosti výkyvů teploty.

Opatření pro betonování v zimě

Jak jsme již uvedli, průběh hydratace určuje teplota betonu, podívejme se blíže na faktory, které jí určují:

- teplota výchozí směsi daná složením betonu a teplotou jednotlivých složek
- složení betonové směsi
- změna teploty při transportu a ukládání do bednění
- tvar konstrukce, druh bednění a tepelně izolační schopnosti bednění, popř. další izolační vrstvy
- ošetřování betonu v závislosti na teplotě vzduchu

1. Teplota výchozí směsi

Teplota složek betonu určuje výrobní teplotu betonu a optimální složení betonu zajišťuje vývin hydratačního tepla snižující riziko zmrznutí betonové směsi.

Vložení tepelné energie do betonové směsi v etapě výroby

- předehtátí vody (lze až na 70–80 °C), avšak vodu o teplotě nad 60°C je třeba zamíchat nejprve s kamenivem
- kamenivo předehtátí na skládce
- ohřátí směsi v míchačce např. horkou párou atd.

výchozí teplota betonu obecně výpočtem

$$T_b = (0,84x(CxT_c + KxT_k) + 4,2xVxT_v) / (0,84x(C+K) + 4,2xV)$$

C, K, V množství cementu, kameniva, vody

T_b, T_c, T_k, T_v teplota betonu, cementu, kameniva, vody

Nejsnadnější variantou je ohřev vody, proto si ukažme následně vliv zvýšení teploty vody na celkovou teplotu betonu.

Příklad: porovnání vlivu teploty záměsové vody 5 °C a 55 °C na stejné receptuře betonu.

množství složek	cement	300 kg	5°C
	kamenivo	1900 kg	5°C
	voda	155 l	5 nebo 55°C

použitím vzorce obdržíme následující hodnoty

Teplota betonu T_b při T_v 5 °C = 5 °C

T_b při T_v 55 °C = 18,02 °C

V případě prokazování těchto vztahů v praxi je třeba si uvědomit, že přidáním takto ohřáté vody do betonové směsi se ra-

zantně ohřeje cementový tmel a teprve následně se vedením tepla ohřívá kamenivo během delší doby dané hlavně teplotou kameniva. Tzn. že výslednou teplotu vypočítanou vzorcem obdržíme v praxi až za určitý čas, jehož trvání je ovlivněno energií, kterou vkládáme do směsi (míchání, ukládání). Další průběh teploty betonu je determinován jeho složením.

2. Složení betonové směsi

• Cement

Dbejte pozorně na uchování cementu v suchu a skladujte v zimním období pokud možno krátce. Rychlého vývinu hydratačního tepla je u konstrukcí ohrožených mrazem potřeba, ale je třeba zohlednit vliv tvaru konstrukce z hlediska rozměrů (u masivních je nebezpečí tvorby trhlin rozdílem vývinu tepla na povrchu a uvnitř konstrukce). Jako minimální množství cementu lze doporučit 280 kg/m³ betonu.

Nutná doba ve dnech pro dosažení pevnosti 5 N/mm² pro třídy cementu při různé teplotě betonu:

cement	vodní součinitel	5 °C	12 °C	20 °C
42, 5R/52,5/52,5R	0,4	0,5	0,25	0,25
	0,6	0,75	0,5	0,5
42,5/32,5R	0,4	1	0,75	0,5
	0,6	2	1,5	1
32,5	0,4	2	1,5	1
	0,6	5	3,5	2

• Vodní součinitel

Doporučujeme snížit vodní součinitel, čímž zásadně zrychlíme průběh hydratace. Snížení docílíme přidáním superplastifikační přísady **Woerment** nejlépe na bázi melaminu a naphthalenu, popř. kombinovanou s urychlovačem (lignosulfonany v zimním období většinou nestačí). V případě ukládání betonu v době do 45 min od výroby nebo od přidání přísady je vhodné použít **Woermenty typu: FM 265, FM 29, FM 28, FM 27, v ostatních případech Woermenty typu: FM 26, FM 22, FM 21, FM 353.**

Nejúčinněji lze snížit vodní součinitel superplastifikátorem na bázi PCE, přičemž je vhodné použít přísady umožňující rychlý nárůst počáteční pevnosti: **Woerment FM 375, Woerment FM 794** nebo **Glenium SKY 501** (obvyklé dávkování 8–20 ml/kg cementu, popř. až 30 ml dle potřeby urychlení nárůstu pevností).

Vodní součinitel volte max. 0,55 (lépe pod 0,45).

• Příměsi

Při zimní betonáži se doporučuje nepřidávat hnědouhelný popílek.

• Kamenivo

Má největší vliv na teplotu betonové směsi, proto je vhodné jej chránit nebo lépe ohřívát. V případě, že je kamenivo na otevřené skládce jsou důležité údaje o hloubce promrznání

kameniva na skládkách, především drobného kameniva – písku. Lze ji odvodit z dlouhodobých měření promrzání půdy v zimním období.

Minimální teploty půdy 0 °C

hloubka (cm)	měsíc				
	listopad	prosinec	leden	únor	březen
10	-5,8	-5,4	-10,6	-6,8	-3,4
20	-4,5	-4,3	-8,4	-5,7	-2,3
50	+1,8	+0,5	-3,3	-2,4	-0,4
100	+4,0	+3,0	+0,6	+0,4	+0,5

• Příklad urychlující tuhnutí a tvrdnutí

Pro železový beton použijte pouze bezchloridové urychlovače. Urychlující účinek lze docílit buď kombinovaným produktem (superplastifikátor + urychlovač) např. **Woerment SF** nebo zimním aktivátorem **POZZUTEC 10M** (tekutá), **Speedy BE 40** (prášková), avšak jejich efektivitu je třeba zvýšit snížením vodního součinitele superplastifikátorem **Woerment** (typ viz výše) nebo **Glenium SKY**.

• Příklad snižující bod mrazu betonu

POZZUTEC 10 M, vhodný v kombinaci se superplastifikátorem **Woerment** (typ viz výše) nebo **Glenium SKY 501**.

3. Transport betonu a jeho ukládání

Transport betonu do 15 min. v uzavřeném bubnu autodomíchávače v případě plného nákladu 4–8 m³ nesníží při teplotě vzduchu nad 0 °C teplotu betonu. Řidiči autodomíchačů za těchto teplot využívají snížené otáčky bubnu, aby nedocházelo k rychlému ochlazení betonu od povrchu bubnu. Při betonování v nižších teplotách lze průměrně očekávat ztrátu do cca 5 K. V konkrétních podmínkách tzn. při extrémních teplotách vzduchu, vyšší vzdálenosti, doprava na otevřené

korbě, malém množství betonu je třeba měřit teplotu vzduchu na betonárně a při ukládání betonu.

V případě potřeby zvýšení tekutosti betonové směsi, na stavbě není vhodné dávkovat vodu, ale beton ztekutit použitím superplastifikačních přísad **Woerment**, **Glenium SKY** s dávkováním 8–20 ml/kg cementu, popř. až 30 ml/kg dle potřeby urychlení nárůstu, avšak nepřekročit max. dávku doporučenou výrobcem

Před betonáží je nutné velmi pečlivě odstranit napadaný sníh a led, nejlépe vysušením horkým vzduchem. Výztuž rovněž očistit od ledu a zahřát ji na teplotu alespoň 0 °C. V žádném případě není vhodné betonovat na zmrzlý podklad.

Ukládání betonu může mít výrazný vliv na teplotu betonu (např. čekací doby před čerpadlem, pomalé ukládání do bednění dané složitou konstrukcí atd.) Při nízkých teplotách je třeba plánovat pro ukládání více pracovníků a mechanizace (záložní ponorné vibrátory) pro urychlení procesu. Není vhodné používat transportní pásy nebo badie. Betonovou směs je třeba při vnitrostaveništním transportu a bezprostředně po uložení chránit proti chladnému prostředí. Např. kolečko standardního betonu tzn. B20 s konzistencí S3 a s výrobní teplotou 15 °C bez zakrytí při teplotě vzduchu cca 0 °C ztrácí po půlhodině kolem 10 K. Celkem lze určit ztrátu teploty betonové směsi během transportu a ukládání na 4–8 K, hodnota závisí především na teplotě vzduchu. Při betonování utepovaných masivních monolitických konstrukcí po vrstvách se musí postupovat tak, aby teplota povrchu uložené vrstvy betonu neklesla před jejím překrytím další vrstvou pod +1 °C. Nastalo-li při betonování porušení některých částí konstrukce mrazem, lze v betonování pokračovat až po jejich odstranění, přičemž se musí zajistit dokonalé spojení betonu nového s betonem starším. Při hlazení povrchu je výhodnější ukončit úpravu hrubou texturou např. koštětem, nežli pečlivě uhladit kovovým hladítkem.



4. Konstrukce a bednění

Vliv tvaru konstrukce na udržení teplotního potenciálu je třeba zohlednit pro každý daný případ dle tabulek pro výpočet rizikového faktoru (viz Betonáž při extrémních teplotních podmínkách, ing. Bohumil Horký, březen 1998). Obecně lze říci, že při teplotě vzduchu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ lze směsí s 300 kg CEM I 42,5, vodní součinitel $\lambda\text{ }0,5$ betonovat stěnu oboustranně bedněnou dřevěným bedněním o tloušťce stěny cca 15 cm nebo sloup 30x30 cm při teplotě betonu nejméně $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ bez ohrožení mrazem. V případě, že teplota betonu je nižší než $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ lze počítat s rizikem zmrznutí betonu. Při tloušťce stěny přes 25 cm nebo sloupu 40x40 cm lze při stejných podmínkách použít směs teploty $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Bednění by mělo být bez zmrazků, zvláště je potřeba dbát na čistotu pracovní spáry, pokud se betonuje po vrstvách. Je nepřijatelné odstraňovat zmrazky posypáním solí. Doporučujeme horkou páru nebo vzduch. Lépe volit v zimním období materiál s nižší tepelnou přijímatostí tzn. dřevěné bednění na místo kovového.

Spřažené betonové konstrukce před zmonolitněním mají být spolehlivě prohřátý na teplotu nejméně $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tuto teplotu je třeba udržovat až do dosažení potřebné pevnosti.

5. Ošetřování betonové směsi v závislosti na teplotě vzduchu

Rozsah zimních opatření pro ošetření betonové směsi bude závislý na teplotách vzduchu. Opatření se dají rozdělit do dvou skupin:

Zabránění ochlazení betonu

Tepelná izolace otevřeného povrchu betonu, ale i bedněných povrchů (nutná při teplotě vzduchu pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$)

- polystyrenové desky, rohože ze skelných vláken, slámy, flýsu atd.
- zvolit vhodný materiál pro bednění z hlediska tepelného odporu

Pokud teplota betonu přesáhne $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ je třeba část izolace odstranit (doporučuje se kontrolovat průběžně teplotu betonu v otvorech vytvořených např. prutem výztuže při ukládání). Zvláště u masivních konstrukcí může při vysoké jádrové teplotě a nízké teplotě na povrchu betonu dojít k narušení betonu trhlinami. Tento rozdíl je třeba po tři dny regulovat na hodnotě 15 K.

V teplotách pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve většině případů již nestačí tepelná izolace kolem bednění a je třeba použít jiná náročnější opatření podle konkrétních podmínek:

- ohřev párou
- ohřev elektrickou energií
- vytápět objekt na min. teplotu $5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Nejjistější, ovšem dosti nákladné opatření je uzavřít stavbu nebo její část a prostor vyhřívat. Nesmí se přitom zapomínat

na nepříznivé zahřívání betonu blízko tepelných zdrojů, na vlhčení povrchu betonu a na zvlhčování vzduchu, pokud se používají infračervené zářiče nebo při vhnání suchého vzduchu. U částí zapuštěných hluboko do země stačí často zakrýt stavební jámu střechou, která zadržuje teplo vyzařované zemí. Při betonování stropů v budovách s cihelnými zdmi stačí zabednit okenní otvory a nad strop položit plachtu nebo postavit neprodyšný kryt z prken těsně k sobě sražených a z vrstvy pilin 10 cm. Teplý vzduch se vpouští pod kryt otvory nechanými ve stropní desce při betonování a vlhkost vyhřívacího vzduchu se doplňuje z nádob s vodou, postavených v blízkosti vyhřívacích těles.

Se zřetelem k nežádoucímu vlhčení osvědčuje se vyhřívání parou, která se pod kryt vpouští z potrubí v takovém množství, že teplota povrchu je $20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vyhřívání parou trvá jen 20 hodin a po přerušení se povrch pokryje tepelně izolačním materiálem.

Důležité je, aby zahřátí betonu, ať již jakkoli způsobené na teplotu okolo $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ nenastalo dříve než za dvě hodiny.

Škodlivost rychlého zahřátí se projevuje nejen vznikem napětí plynoucích z nestejných objemových změn, ale také nepříznivým vývojem hydratace.

Zabránění prudkému vysychání betonu

Mladý beton vysychá rychleji právě v kontaktu se vzduchem o nízké teplotě, proto je třeba provést určitá opatření s cílem: zlepšení kvality betonu v oblasti povrchu (uzavření kapilár na povrchu a snížení vzniku smršťovacích trhlin, snížení vysychání vody potřebné k hydrataci cementu).

- Savé dřevěné bednění je třeba před ukládáním betonu navlhčit.
- Při betonáži vodorovné konstrukce provést po uložení betonu jednorázový postřik Curingem (spotřeba 150 g/m^2), což je výhodná varianta ošetření betonu při nízkých teplotách (odpadá kroupení vodou, které nelze provádět při teplotě pod nulou).
- Folie je třeba překrýt tak, aby nedocházelo únikům vlhkosti ve spojích a mezi povrchem betonu a folií zůstala vzduchová mezera.
- Doba odbednění je udána ve dnech normou, ale tyto doby je třeba prodloužit o dny s teplotou pod $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Při odbednění nastává tepelný šok povrchu betonu, a proto je třeba zajistit zvlhčení a následné chránění povrchu proti vysoušení a zabránit předčasnému odpaření potřebné vody. Snadnější je provedení jednorázového postřiku ošetřujícím prostředkem Curing 103 okamžitě po odbednění spotřeba cca $125\text{--}175\text{ g/m}^2$.

Možnosti pro zajištění kvality betonu při zimní betonáži použitím vhodné chemie do betonu

A Jako základní opatření ke zvýšení počátečních pevností doporučujeme snížit vodní součinitel použitím superplastifikačních přísad viz odstavec „vodní součinitel“.

K zajištění ještě vyššího nárůstu počátečních pevností lze docílit přísadou Woerment SF, která má navíc složku urychlující tvrdnutí, obecné dávkování 4–30 ml/kg cementu.

Woerment SF

- urychluje průběh pevností (počátečních i konečných), průběh je plynulý od konce tuhnutí
- zlepšuje dispergaci cementových částic v betonové směsi
- zásadně snižuje vodní součinitel cca o 21 % (ze zavlhlé směsi vytvoří tekutou)
- kombinací efekt redukuje počet dávkovaných přísad s ohledem na dávkovací zařízení
- má velmi nízký vliv na ztrátu zpracovatelnosti

Při srovnávacím pokusu na betonové směsi s **CEM I** 42,5 C25/30, max. zrno 16 mm, byly změřeny následující pevnosti v tlaku (N/mm²), teplota uložení 20 °C.

hloubka (cm)	sednutí (cm)	v/c	po 7 dnech	po 28 dnech
bez přísady	60	0,67	21,9 N/mm ²	30,8 N/mm ²
s Woerment SF 6 kg	70	0,53	31,4 N/mm ²	39,1 N/mm ²
účinnost %			139 %	127 %

Při srovnávacím pokusu na betonové směsi s **CEM II** 32,5 B-S 300 kg, max. zrno 16 mm, byly změřeny následující pevnosti v tlaku (N/mm²), teplota uložení 20 °C.

hloubka (cm)	sednutí (cm)	v/c	po 7 dnech	po 28 dnech
bez přísady	60	0,67	10,5 N/mm ²	17,6 N/mm ²
s Woerment SF 6 kg	70	0,53	24,6 N/mm ²	35,7 N/mm ²
účinnost %			234 %	203 %

B V druhé etapě lze pro výraznější zvýšení počátečních pevností použít zimní aktivátor.

POZZUTEC 10 M obecné dávkování 10–20 ml/kg cementu. Doporučujeme dávkovat v kombinaci se superplastifikační přísadou **Woerment** nebo **Glenium SKY**. Výhodou je možnost regulace konzistence superplastifikátorem a nezávisle regulace urychlení zimním aktivátorem **POZZUTEC 10 M**.

- urychluje hydrataci cementu, čímž snižuje dobu potřebnou k odbednění
- v dávkování do 20 ml/kg cementu nezkracuje dobu potřebnou pro zpracování
- první účinky se projeví po cca 8 hodinách dle podmínek prudkým nárůstem pevností

Při srovnávacím pokusu na betonové směsi s **CEM II** 42,5 C25/30, S3 byly změřeny následující pevnosti v tlaku (N/mm²).

	teplota směsi	po 2 dnech	po 7 dnech
teplota uložení		2 °C	20 °C
bez přísady	14 °C	3,9 N/mm ²	18,4 N/mm ²
s POZZUTEC 10 M 5 kg	13 °C	6,5 N/mm ²	21,5 N/mm ²
účinnost %		167 %	117 %

Při srovnávacím pokusu na betonové směsi s **CEM I** 42,5 C25/30 XF4, S4 byly změřeny následující pevnosti v tlaku (N/mm²).

	teplota směsi	sednutí po 10 min. (cm)	sednutí po 45 min. (cm)
teplota uložení			
bez přísady	20 °C	25	18,5
s 1,5% Pozzutec 6 kg	20 °C	23	17,5
s 3,0% Pozzutec 12 kg	20 °C	22,5	9

	teplota směsi	po 10 hodinách	po 28 dnech
teplota uložení		30 °C	20 °C
bez přísady	20 °C	3 N/mm ²	42 N/mm ²
s 1,5% Pozzutec 6 kg	20 °C	5 N/mm ²	46 N/mm ²
s 3,0% Pozzutec 12 kg	20 °C	7 N/mm ²	48 N/mm ²

Tabulka dávkování zimního aktivátoru slouží k podstatnému zkrácení doby odbednění.

Průměrná teplota prostředí za 24 hodin	Min. doporučená dávka přísady POZZUTEC 10 M
0 °C	1 %
-5 °C	2 %
-10 °C	3 %

Dávkování předkládá použití cementu CEM I 42,5 R. Jak bylo již popsáno v předchozích odstavcích, vývoj pevností záleží na mnoha faktorech. Proto je tabulka pouze orientační. V případě tenkostěnných konstrukcí je třeba dávku razantně zvýšit. Dávku je nutno určit experimentálně. Maximální doporučená dávka je 7 %.

Použití pro malty na zdění

POZZUTEC 10 M lze velmi dobře použít do malt na zdění pro období nočních mrazů nepřekračujících teplotu $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při dávkování 6 % na množství cementu tzn. cca 24 kg/m^3 malty. Nedoporučujeme však použití zmrzlého zděcího materiálu, vzhledem k vysoké akumulaci nízké teploty např. v cihlách by došlo k prudkému ochlazení tenké vrstvy malty.

Malty bez mrazuvzdorné přísady zmrzlé ihned po zhotovení (nezavadlé), po oblevě sice také tvrdnou, ale jsou řídké, lehké a proto málo pevné. Mráz nastupující při tuhnutí ničí obvykle pevnost úplně, protože se rozpínání ledu neklade vůbec žádný odpor, takže vzrůst pórů a ztráta hutnosti je tak velká, že pevnost je nepatrná.



Literatura

- Transportbeton – Sdružení transportbeton Praha, 1988, str. 36
- Bechyně: Technologie betonu.
- ing. Bohumil Horký, Betonáž při extrémních teplotních podmínkách, březen 1998
- ČSN EN 206 kap. 10.6
- Cementbulletin TFB, Januar 1998/66. Jahrgang Betoniern bei tiefen Temperaturen
- DIN 1045 1988 Beton und Stahlbeton
- Scanlon J. M. Controlling Concrete during hot and cold weather
Concrete International 1997
- CBD-116 Canadian Building Digest

To nejlepší řešení pro Vás od BASF Construction Chemicals

Na stavbách i v průmyslu se denně setkáváte s našimi produkty a špičkovými technologiemi:

- EMACO[®]** – sanace a oprava betonových a železobetonových konstrukcí
- MASTERSEAL[®]** – stěrkové izolace proti vodě, povrchová úprava konstrukcí
- MASTERFLEX[®]** – těsnicí tmely, injektáže proti vodě
- MASTERFLOW[®]** – přesné zálivkové hmoty, montážní a fixační hmoty
- MASTERTOP[®]** – podlahové systémy do průmyslu a občanské vybavenosti
- MBrace[®]** – zesilování konstrukcí uhlíkovými lamelami a tkaninami
- PCI[®]** – lepidla na obklady a dlažby, vodotěsné izolace, správkové hmoty, komplexní technologie bazénů
- CONIDECK[®]** – přímopojížděné a pochůzné hydroizolační systémy na bázi strojně nebo ručně aplikované polyuretanové membrány
- CONIROOF[®]** – strojně stříkané polyuretanové membrány na střechy všech tvarů
- CONIPUR[®]** – strojně aplikované polyuretanové membrány k izolaci mostovek a chodníků
- UCRETE[®]** – podlahy pro potravinářský a farmaceutický průmysl
- GLENIUM[®]** – přísady do betonu pro prefabrikaci a transportbeton
- PRINCE COLOR[®]** – zateplovací systémy, lepidla na obklady, spárovací hmoty, malty, potěry, sanační hmoty

Sídlo firmy

**BASF Stavební hmoty
Česká republika s.r.o.**
K Májovu 1244
537 01 Chrudim
tel.: +420 469 607 111
fax: +420 469 607 112
e-mail: info.cz@basf.com
internet: www.basf-sh.cz

Zákaznický servis

(příjem objednávek)
tel.: +420 469 607 160
fax: +420 469 607 161
+420 469 607 118
e-mail: objednavky.cz@basf.com

BASF je největší chemickou společností na světě. Výrobní škála sahá od chemikálií, plastů, přes příslušenství, zemědělské výrobky a čisté chemikálie až po ropu a zemní plyn. Jako spolehlivý partner pro takřka veškerý průmysl představují vysoce kvalitní výrobky a inteligentní komplexní řešení koncernu BASF účinnou pomoc pro snahu zákazníků být úspěšnější. BASF vyvíjí nové technologie a využívá je k otevření dalších nových možností trhu. Vzájemnou kombinací společenské odpovědnosti, ochrany životního prostředí a hospodářského úspěchu přispívá k tvorbě lepší budoucnosti. Více informací naleznete na www.basf.com.


BASF
The Chemical Company