

Producerea și punerea în operă a betonului pe timp friguros

Cele mai bune rezultate se obțin în echipă



Considerente generale

Lucrările de producere și punere în operă a betonului sunt influențate negativ de factorii climatici specifici timpului friguros (temperatura aerului exterior sub +5°C, vânturi puternice, ninsori abundente, fenomene alternative de îngheț-dezghet).

De aceea, pentru executarea acestor lucrări și îndeplinirea cerințelor de calitate a construcțiilor, trebuie să se asigure măsuri specifice și tehnologii speciale pe întreaga perioadă de producere, punere în operă și tratare a betonului.

C16:1984 este normativul românesc în vigoare care include cerințele de proiectare și executare privind asigurarea calității lucrărilor de construcții și instalații pe timp friguros (în care temperatura aerului este inferioară valorii de +5°C și nu are tendința de urcare).

Notă:

- Temperatura aerului exterior este măsurată la umbră, la 2,00 metri înălțime de la sol și la distanța minimă de 5,00 metri de orice construcție.
- Condițiile organizatorice și tehnologice pentru executarea lucrărilor de construcții - montaj în perioada de timp friguros se stabilesc încă de la începutul lucrării și se detaliază într-un „Proiect anual de organizare a activității pe timp friguros”.

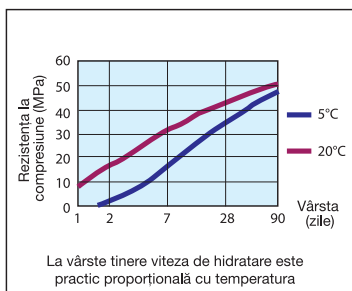
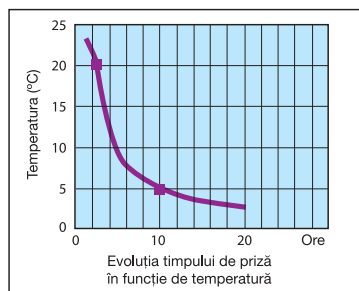
Acțiunea temperaturilor scăzute asupra proprietăților betonului proaspăt și a betonului de vârste mici

În mod obișnuit, obținerea rezistenței/clasei betonului la 28 de zile se bazează pe ipoteza unei tratări umede continue a betonului la o temperatură de circa +20°C.

Temperaturile mai scăzute necesită prelungirea timpului de tratare deoarece viteza de întărire a betonului (evoluția rezistenței) este dependentă de temperatura exterioară.

De exemplu, un beton obișnuit menținut la o temperatură de +20°C atinge la 2 zile o rezistență de 15 MPa (N/mm²), iar la o temperatură de +5°C se atinge o rezistență de 2 MPa (N/mm²).

Timpul de priză pentru un beton uzual este de cca 2h 30min - 3h la o temperatură exterioară de +20°C, respectiv de cca 10 ore la o temperatură exterioară de +5°C.



Ațiunea temperaturilor atmosferice scăzute și a vitezei vântului asupra proprietăților fizico-mecanice ale betonului în curs de priză

Temperaturi atmosferice scăzute

- a. La temperaturi între +5°C - 0°C** (pentru betoanele fără aditivi superplastifianți/accelerator de priză), reacțiile de hidratare ale cimentului se desfășoară foarte lent, fapt care are implicații negative directe asupra dezvoltării rezistențelor mecanice ale betonului.
- b. La temperaturi sub 0°C** (pentru betoanele preparate fără aditivi anti-îngheț și fără o protecție corespunzătoare după turnare), reacțiile de hidratare încetează și apare și fenomenul de îngheț al apei (creștere în volum) fapt ce conduce la:
- presiuni în interiorul structurii betonului
 - apariția unor fisuri interne în momentul dezghețării
 - deteriorarea betonului prin reducerea legăturilor dintre materialele constituente și apariția golurilor formate prin topirea peliculelor de gheață din jurul agregatelor.

Viteza vântului

O viteză mare a vântului conduce la:

- accelerarea procesului de schimb de căldură între elementul turnat și mediul ambiant (cu accelerarea evaporării apei)
- pierderea căldurii generate de hidratarea cimentului.



Efectele negative principale ale temperaturilor atmosferice scăzute și vitezei vântului asupra proprietăților fizico-mecanice ale betonului în curs de priză și întărire:

- încetinirea proceselor de priză și întărire a betonului
- distrugerea structurii interne a betonului.

Aceste efecte conduc la reducerea ireversibilă a performanțelor betonului în ceea ce privește rezistența și durabilitatea.

Aceste fenomene sunt luate în considerare în reglementări tehnice specifice (C16:1984) și în alte reglementări pentru producerea betonului sau executarea structurilor din beton (ex: CP 012-1:2007) prin prevederi particulare.

Măsuri necesare pentru betonarea pe timp friguros

La stațiile de betoane

- depozitarea agregatelor pe teren uscat, în depozite speciale, încinte închise, pentru a se evita umezirea și ulterior înghețarea lor
- existența instalațiilor de încălzire tehnologică a materialelor : ex. încălzirea agregatelor (+6°C - +25°C) și a apei de amestecare (+20°C - +70°C)
- existența echipamentelor pentru înregistrarea datelor meteorologice (termohigrograf, pluviometru, anemometru) precum și a temperaturii materialelor ce intră în componența betonului: agregate, apă, aditivi (termometre).

Notă:

- nu este indicată utilizarea agregatelor poroase, care sunt gelive
- temperatura agregatelor trebuie să fie de minim +5°C
- dacă temperatura betonului proaspăt se reglează prin încălzirea constituenților, pentru evaluarea temperaturii betonului proaspăt se poate utiliza următoarea formulă:

$$T_{bp} = 0,7T_{ag} + 0,2T_{apa} + 0,1T_c$$

în care:

T_{bp} - temperatura betonului proaspăt

T_{ag} - temperatura agregatelor

T_{apa} - temperatura apei

T_c - temperatura cimentului

În timpul preparării betonului

- adoptarea unei cantități reduse de apă de amestecare în masa de beton
- utilizarea de aditivi superplastifianți, acceleratori de priză și întărire sau anti-îngheț
- malaxarea în prealabil a agregatelor cu apă, apoi a amestecului cu cimentul
- prelungirea duratei de malaxare a materialelor cu 50% - 100% față de durata de amestecare în condiții normale.

Notă:

- nu se admite ca dezghețarea agregatelor să se facă numai în malaxor prin amestecarea cu apă caldă.

La transportul betonului

- folosirea de mijloace de transport rapide și, după caz, bine izolate termic
- evitarea distanțelor mari de transport, a staționărilor pe traseu și a transbordării betonului
- verificarea și curățarea mijlocului de transport utilizat, de gheață și de resturile de beton înghețat, folosind de preferință un jet de apă caldă
- protejarea benelor în perioada de așteptare (acoperirea cu folii de polietilenă sau prelate)
- reducerea la minimum a timpului de așteptare în bene.

La punerea în operă

- temperatura betonului proaspăt nu trebuie să fie mai mică de +5°C în momentul livrării

- dacă temperatura aerului este situată între +5°C și -3°C, temperatura betonului nu trebuie să fie mai mică de +5°C. Dacă dozajul de ciment este mai mic de 240 kg/m³ sau dacă se folosește ciment cu căldura de hidratare redusă, temperatura betonului trebuie să fie mai mare de +10°C la locul de punere în operă.
- la temperaturi ale aerului mai mici de -3°C, temperatura betonului trebuie să fie mai mare de +10°C
- este obligatorie compactarea tuturor betoanelor turnate pe timp friguros prin vibraire mecanică.



Notă:

- betonul nu se va pune în operă în cazul în care există părți ale cofrajelor înghețate sau acoperite cu zăpadă
- nu se recomandă punerea în operă a betonului la temperaturi ale aerului situate sub -10°C
- în cazul elementelor masive, dacă există pericol de îngheț, începerea betonării unui strat se va face numai la temperaturi ale aerului exterior mai mari de +5°C.

După punerea în operă

Protejarea betonului trebuie să se realizeze imediat după punerea lui în operă.

Temperatura betonului nu trebuie să coboare sub temperatura de îngheț (0°C sau temperatura specificată în proiectul anual de organizare a lucrării pe timp friguros în funcție de aditivii utilizați) înainte de a atinge un nivel de întărire corespunzător unei rezistențe minime de cca 5 MPa.



Verificarea nivelului de întărire se face prin încercarea epruvetelor păstrate în aceleași condiții ca și elementul turnat.

Notă:

- poate apărea o diferență între rezultatele obținute și rezistența reală a betonului din element, în special datorită evoluției diferite a căldurii în beton.

Tratarea betonului se realizează prin următoarele mijloace :

- utilizarea unor saltele termoizolatoare acoperite întotdeauna cu folii de polietilenă sau prelate impermeabile pentru etanșeizarea izolației termice
- încălzirea artificială a betonului în curs de priză prin metoda cu electrozi, metoda conductivă sau în cofraje termoactive
- urmărirea temperaturilor betonului, măsurate în părțile cele mai expuse răcirii, cu o frecvență de minim 2-3 citiri în 24 h.

Notă:

- dacă în timpul întăririi betonului temperatura se situează sub +5°C, atunci se recomandă ca durata minimă de decofrare să se prelungească cu aproximativ durata înghețului
- înainte de decofrare este necesară verificarea rezistenței atinse (conform reglementărilor în vigoare pentru executarea structurilor din beton*).

Măsurii cu caracter general privind prepararea și punerea în operă a betonului prevăzute în C16:1984, CP 012-1:2007

Regimul de temperatură	Prevederi
$-3^{\circ}\text{C} < T_{\text{ext}} < +5^{\circ}\text{C}$	<ul style="list-style-type: none"> • este recomandată utilizarea cimenturilor cu căldură de hidratare ridicată (ex. CEM II A-S 32.5R, CEM II A-LL 42.5R, CEM I 52.5 N sau R etc) • adoptarea unei rețete a betonului cu o cantitate redusă de apă • este indicată utilizarea aditivilor reducători de apă, acceleratori de priză și anti-îngheț • prelungirea duratei de malaxare cu 50...100% față de amestecarea în condiții normale • temperatura betonului la punerea în operă trebuie să fie mai mare de +5°C • la doza de ciment mai mic de 240 kg/m³ temperatura betonului trebuie să fie mai mare de +10°C • este obligatorie compactarea prin vibrare mecanică • tratarea betonului se va face imediat după turnarea betonului prin metoda conservării căldurii sau prin încălzirea artificială a betonului
$-10^{\circ}\text{C} < T_{\text{ext}} < -3^{\circ}\text{C}$	<p>Aceleași măsuri ca în cazul precedent și suplimentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • încălzirea apei de amestecare • utilizarea de cofraje izolante <p>Temperatura betonului la punerea în operă trebuie să fie minimum +10°C.</p>
$T_{\text{ext}} < -10^{\circ}\text{C}$	Nu se recomandă betonarea.

*similar NE012:1999 aflat în revizuire



Holcim (România) S.A.

Bd. Primăverii, Nr. 57

RO-011973 București

România

www.holcim.ro

Material realizat cu sprijinul Universității Tehnice de Construcții București (UTCB)

© 2008 Holcim (România) SA