

# Chroń się betonie, idzie zima...

## 1. Wprowadzenie

Problematyka prowadzenia robót betonowych w okresie zimowym jest dość częstym tematem publikacji [3,4,5]. Oprócz zagrożeń ze strony warunków atmosferycznych wiele z nich przedstawia odpowiednie działania zapobiegające negatywnym skutkom [6,7,9] lub wręcz stanowi zalecenia prawidłowego postępowania – np. instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej pt. „Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonych temperatur” [8]. Prawidłowo przygotowana i prowadzona inwestycja powinna mieć przygotowane na poziomie projektu procedury postępowania w przypadku wystąpienia obniżonych temperatur – dla robót betonowych już poniżej  $+10^{\circ}\text{C}$ . Z reguły jednak takie wytyczne przygotowuje się na bieżąco, wraz ze skalą zmian aktualnych warunków atmosferycznych i ich prognoz krótkoterminowych. Można taki sposób postępowania w pewnym stopniu usprawiedliwiać, gdyż prawidłowe reagowanie przynosi konkretne konsekwencje finansowe – wiadomo przecież, że skala utrudnień i uciążliwości warunków zimowych nie jest co roku taka sama. Praktyka dowodzi także, że często opłacalne jest (pomimo zagrożeń karami umownymi za opóźnienia w realizacji) przerwanie robót na krótki okres warunków ekstremalnych niż wykonywanie ich na siłę i narażanie się na błędy lub wady obiektu pomimo najlepszych i najkosztowniejszych zabezpieczeń.

Zapewne (i z reguły) każdy po zakończonym sezonie zimowym jest bogatszy o doświadczenia, jak skutecznie radzić sobie w tym trudnym okresie – a także nastawiony bojowo na przyszłość. Jednak wiosenno-letnio-jesienne warunki znów rozlewniwają czujność i znów wykonawcy zaskakiwani są problemami, zwłaszcza okresu przejściowego. Poniżej, jako uzupełnienie zasad ogólnych (choćby instrukcja ITB [8]), zwrócona zostanie uwaga na pewne czynniki, których niedoceniecie może spowodować dodatkowe szkody w robotach betonowych.

## 2. Zagrożenia dla betonu i przeciwdziałanie im

Podstawowe reguły konieczne do przestrzegania w trakcie wykonywania robót betonowych w okresie obniżonych temperatur w zasadzie zawarte są w normie PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu [1]. Bezpośrednio wykonywania robót betonowych dotyczy rozdział 8 pt. „Betonowanie”, który uzupełniony jest wytycznymi zawartymi w załączniku F pt. „Zalecenia dotyczące betonowania”.

Przy wytycznych dla robót przygotowawczych norma zaleca:

- *aby deskowanie było nieuszkodzone, wolne od lodu, śniegu i stojącej wody – p. 8.2(5)*
  - *aby temperatura powierzchni połączeń konstrukcyjnych w czasie betonowania była wyższa niż  $0^{\circ}\text{C}$  – p. F8.2(4) w Załączniku F*
  - *aby grunt, skała, deskowanie lub elementy konstrukcyjne stykające się z młodym betonem miały temperaturę, która nie spowoduje zamarzania betonu przed osiągnięciem przez niego wytrzymałości, zapewniającej odporność na zamarzanie – p. 8.2(8)*
  - *aby nie dopuszczać do betonowania na zamrożonym gruncie, chyba że zostaną zastosowane specjalne procedury – p.F8.2(3) w Załączniku F.*
- Zapisy te zapewniają, że w budowywana mieszanka betonowa nie będzie narażona na możliwość miejscowego przymarzania do elementów i powierzchni, z którymi się zetknie, oraz lokalnego przemrożenia struktury. Nie będzie też narażona na odkształcenia (osiadanie) od rozmrażającego się gruntu wskutek przejmowania energii od cieplejszej mieszanki betonowej. Zapewniają także, że nie dojdzie do wymieszania się mieszanki z bryłami lodu lub śniegu, po których pozostałyby wolne przestrzenie i defekty w strukturze dojrzałego betonu.

Najważniejszym jednak z zaleceń normowych koniecznych do przestrzegania w okresie zimowym jest punkt (12) w rozdz. 8.5 Pielęgnacja i ochrona, który brzmi:

Fot. 1. Przykrycie grubą folią budowlaną



Fot. 2. Przykrycie grubą folią budowlaną i matą piankową docieplającą



- *temperatura powierzchni betonu nie powinna spadać poniżej 0°C, dopóki wytrzymałość na ściskanie w jego warstwie powierzchniowej nie osiągnie wartości co najmniej 5 MPa*".

Zasadę tę należy traktować jako naczelną do spełnienia, bez względu na rodzaj zastosowanych środków ochronnych. Szczególnie, jeśli zastosowano do ochrony domieszki „przeciw mrozowe”. Praktyka, potwierdzona również badaniami, wykazuje przydatność tego typu domieszek jako wspomagających inne zabiegi ochronne zapewniające prawidłowy przebieg procesów narastania wytrzymałości, ale nigdy zastępujących je [3,6,7,9]. Żadna domieszka, zadozowana nawet w maksymalnej ilości zalecanej kartami technicznymi producenta, nie spowoduje znaczącego obniżenia temperatury zamrażania mieszanki betonowej, ani tym bardziej jej nie podgrzeje. Może więc być uzupełnieniem metod ochrony związanych z podgrzewaniem mieszanki betonowej, podgrzewaniem dojrzewającego betonu lub izolujących beton przed utratą ciepła – także tego generowanego przez reakcje hydratacji. Istotne znaczenie dla prawidłowości prowadzenia robót betonowych w okresie zimowym ma zapis zawarty w p. 5.2.8 normy PN-EN 206-1 [2]:

- *„temperatura mieszanki betonowej w momencie dostarczenia nie powinna być niższa niż +5°C (...)”.*

Wymóg ten może być trudny do spełnienia przez węzły betoniarskie niewyposażone w system podgrzewania surowców do produkcji betonu. Podgrzewanie składników mieszanki betonowej należy jednak uważać za niezbędne, by zapewnić prawidłowy przebieg procesów technologicznych związanych z zabudową betonu oraz wykonaniem potrzebnych osłon termicznych zabezpieczających przed jego wychłodzeniem. Na tyle przynajmniej, by uruchomiły się egzotermiczne reakcje hydratacji. Za błędne natomiast należy uważać wymaganie zbyt wysokiej temperatury mieszanki betonowej, zwłaszcza przy niskich temperaturach zewnętrznych. Beton (mieszanka) narażony jest wtedy na zbyt duży szok termiczny, a przede wszystkim stwarza wiele problemów technologicznych na etapie wytwarzania – im niższa temperatura zewnętrzna, tym trudniej podgrzać w sposób równomierny i ciągle duże ilości kruszywa, a ono przecież ma największy udział w bilansie cieplnym mieszanki. Nie można także stosować zbyt gorącej wody, by nie doprowadzić do przedwczesnych, nierównomiernych reakcji wiązania cementu.

W okresie przejściowym – jesienno-zimowym – szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłowy przepływ informacji pomiędzy producentem betonu a jego odbiorcą w zakresie składu betonu. W okresie normalnych temperatur (niedefiniowanych jako obniżone), czyli od wiosny aż do jesieni, większość węzłów betoniarskich używa do betonów tzw. zwykłych cementów z dużą zawartością składników głównych innych niż klinkier portlandzki – czyli cementów CEM II (zwłaszcza odmiany B), CEM III, CEM IV i CEM V. Często też dodatkowo używają popiołu lotnego, nawet w dużych ilościach. Praktyki te z technologicznego punktu widzenia są absolutnie poprawne i w okresach ciepłych nie nastęrczają większych problemów. Oczywiście zawsze wymagają znacznie subtelniejszej pielęgnacji niż te na cementach tzw. czystych CEM I. Natomiast w okresach chłódów niewspółmiernie wytracają dynamikę procesów hydratacji i mogą powodować kłopoty technologiczne wykonawstwa konstrukcji z powodu zbyt wolnego przyrastania wytrzymałości. Dlaczego ważne jest zwrócenie uwagi na ten aspekt? Dlatego, że węzły betoniarskie nie są w stanie przestawić się w krótkim okresie na nowe surowce. Z jednej strony wykorzystują taką technologię, dopóki się da, gdyż o koszty chodzi, a z drugiej, ograniczeni są możliwościami magazynowymi – niektóre węzły mają tylko jeden lub dwa silosy na spoiwa, a materiał przed dowiezieniem nowego, innego, należy zużyć. Świadomie zastosowany beton o wolniejszym przebiegu hydratacji (prawidłowo pielęgnowany) może okazać się w długotrwałym efekcie materiałem lepszym konstrukcyjnie, natomiast użyty przez nieświadomego odbiorcę może spowodować nawet awarię konstrukcji.

Podobnie należy podchodzić do betonów, które w swoim składzie jako domieszkę mają wyłącznie plastyfikatory, i to w dodatku w ilości maksymalnej zalecanej przez producenta. Z uwagi na swój skład surowcowy (lignosulfoniowy), wykazują przeważnie coraz większe działanie opóźniające wraz z zadozowaną ilością. Opóźnienie wzmagają się także wraz z obniżeniem temperatury betonu. Nałożenie się tych dwóch czynników może w znaczący sposób utrudnić procesy wykonawcze, zwłaszcza w zakresie możliwości rozdeskowywania elementów konstrukcyjnych.

Na koniec jeszcze jeden aspekt prowadzenia robót betonowych w obniżonych temperaturach – tym razem kontrolny. Dość częstą praktyką wykonawców

Fot. 3. Przykrycie grubą folią budowlaną i matą piankową docieplającą



Fot. 4. Chudy beton to też beton, który wymaga ochrony



jest sprawdzanie aktualnej wytrzymałości betonu w konstrukcji za pomocą wykonanych próbek betonowych, dojrzewających przy konstrukcji, i zgniatanych we wczesnych okresach dojrzewania. Aby taka informacja była wiarygodna, należy zapewnić identyczne warunki dojrzewania betonu w próbkach oraz w konstrukcji – np. poprzez położenie ich na zabetonowanym elemencie konstrukcyjnym i obłożenie materiałem izolującym termicznie oraz folią. Pozostawienie próbek bez ich zabezpieczenia może spowodować nawet ich przemrożenie i rozmrożenie, podczas gdy w elemencie konstrukcyjnym beton od ciepła hydratacji może uzyskać w tym samym czasie całkiem zadowalające parametry wytrzymałościowe. Z uwagi na łatwość popełnienia błędu oceny aktualnej wytrzymałości betonu taką metodą, norma PN-EN 13670 [1] zaleca – *aby ocena rozwoju właściwości betonu w strefie przypowierzchniowej była oparta na zależności między wytrzymałością na ściskanie a dojrzalością. Zaleca jednocześnie – aby obliczenia dojrzalości były oparte na odpowiedniej funkcji dojrzalości, sprawdzonej w odniesieniu do danego rodzaju cementu lub kombinacji cementu ze stosowanym dodatkiem.*

W okresie obniżonych temperatur szczególną uwagę należy zwrócić także na sposób wykonywania i pielęgnowania próbek betonowych pobieranych do oceny zgodności i do badania identyczności, aby był zgodny z wymogami normy PN-EN 12390-2 [10]. Pozostawienie zaformowanych próbek na mrozie, albo odwrotnie, umieszczenie ich bez przykrycia przy grzejniku w kontenerze biura budowy, może nieodwracalnie zniszczyć strukturę betonu i stanie się ona zupełnie inna od rzeczywistej, w konstrukcji. Dotyczy to zwłaszcza próbek do badań właściwości specjalnych – nasiąkliwości, wodoszczelności czy mrozoodporności. Wtedy negatywny wynik badań wcale nie jest świadectwem źle wykonanej konstrukcji.

### 3. Podsumowanie

Przypomnienie po raz kolejny w okresie zimowym o tym, że roboty betonowe prowadzone w warunkach obniżonych temperatur wymagają szczególnej ostrożności, pieczołowitości, precyzji i nadzoru, wydaje się być konieczne. Pomimo ciągłego przypomnienia tej problematyki, co roku w porze jesienno-zimowej wzmaga się ruch konsultacyjny i opracowywanie opinii lub nawet ekspertyz dotyczących reklamacji dostaw betonu lub wadliwie

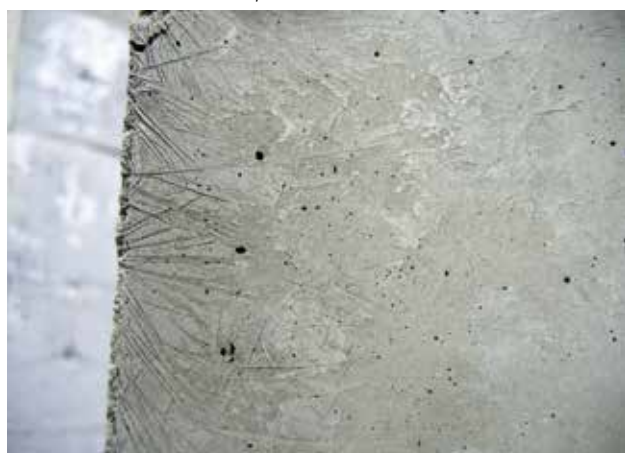
wykonanych elementów konstrukcyjnych. Część z nich daje się zaakceptować bez dodatkowych robót naprawczych czy wzmacniających, bo są tylko „opóźnione” i dojdą w późniejszym czasie do satysfakcjonujących, oczekiwanych parametrów. Część jednak wymaga dodatkowej interwencji, zwłaszcza takich, gdzie zamrożenie spowodowało nieodwracalną degradację struktury betonu. Nie można także liczyć na życzenie zawarte w tytule, bo nie opracowano jeszcze takiego „inteligentnego”, zwykłego, taniego betonu, który sam siebie by chronił przed negatywnymi skutkami zamarznięcia. Na koniec w zasadzie można stwierdzić, że zabezpieczenie się przed negatywnymi skutkami prowadzenia robót betonowych w warunkach zimowych jest dość proste – wystarczy dostosować się do wymogów określonych w normach i nic więcej ponad to nie trzeba...

**dr inż. Grzegorz BAJOREK**  
**Politechnika Rzeszowska**  
**Centrum Technologiczne Budownictwa**  
**przy Politechnice Rzeszowskiej**

#### Literatura

- 1 PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu
- 2 PN-EN 206-1 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 3 G. Bajorek, J. Bobrowicz, Problemy prowadzenia robót betonowych w warunkach zimowych, Konferencja Dni Betonu, Wiśła 2006, s. 709-718
- 4 G. Bajorek, Pielęgnacja betonu, „Budownictwo, Technologie, Architektura”, 3/2006, s. 48-50
- 5 G. Bajorek G., Betonowanie zimą, „Budownictwo, Technologie, Architektura”, 4/2007, s. 48-53
- 6 G. Bajorek, Wspomaganie robót betonowych w okresie zimowym domieszkami do betonu, Konferencja „Dni Betonu – Tradycja i nowoczesność”, Wiśła 13-15 października 2008, s. 155-164
- 7 G. Bajorek, Wspomaganie robót betonowych w okresie zimowym domieszkami do betonu, „Budownictwo, Technologie, Architektura”, 1/2009, s. 52-56
- 8 Instrukcja ITB nr 282/2011 pt. „Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonych temperatur”, Warszawa 2011
- 9 G. Bajorek G., Roboty betonowe w okresie zimowym – czy domieszki rozwiążą problemy?, „Inżynier Budownictwa” 11/2012, s. 65-69
- 10 PN-EN 12390-2 Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych

Fot. 5. Przemrożona betonowa próbka do badań



Fot. 6. Zamarznięta próbka betonowa do badań po wyjęciu z komory dojrzewania

