

# Badania wstępne betonu

## 1. Wprowadzenie

Już 15 lat minęło, odkąd w naszej budowlanej rzeczywistości pojawiła się Europejska Norma dotycząca betonu. Jej pierwsza wersja o numerze PN-EN 206-1:2003 [1] weszła w życie w 2003 roku, a jej gruntowna modyfikacja w 2014 spowodowała też korektę numeru na PN-EN 206:2014-04 [2], by po ostatniej kosmetycznej nowelizacji przybrać oznaczenie PN-EN 206+A1:2016-12 [3]. Przez cały ten okres wzrastało znaczenie tego dokumentu wskutek jednoczesnego wdrażania do praktyki projektowej i wykonawczej szczególnie Eurokodów i norm z nimi powiązanych. W chwili obecnej raczej już rzadko przywołuje się w specyfikacjach wymogi stawiane betonowi w odniesieniu do starej Polskiej Normy PN-B-06250:1988 [4], a odkąd beton towarowy doczekał się w końcu statusu wyrobu budowlanego podlegającego znakowaniu znakiem budowlanym, taka praktyka będzie całkowicie wykluczona. Wynika to z faktu, że obowiązek znakowania znakiem budowlanym na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [5] wymusza odniesienie się w krajowej Deklaracji Właściwości Użytkowych (DWU) do aktualnej Polskiej Normy wyrobu, a dla betonu towarowego jest to wyłącznie norma PN-EN 206 [3]. Stanie się ona zatem dokumentem do obowiązkowego stosowania przez wszystkich (bez wyjątku) producentów betonu towarowego. Mało tego, obowiązek ten będzie kontrolowany przez Urząd Nadzoru Budowlanego szczebla wojewódzkiego. Producent betonu, znakując wyrób znakiem budowlanym, poświadcza w DWU, że beton posiada wymagane właściwości zdefiniowane w normie PN-EN 206 [3], a uzyskuje je dzięki wdrożonemu i stale utrzymywanemu systemowi Zakładowej Kontroli Produkcji. Zważając na ustalenia Rozporządzenia [5] (tablica 1) narzucające dla betonu przy jego zamierzonym zastosowaniu konstrukcyjnym krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych 2+, należy przewidzieć, że w ocenie tej bierze udział jednostka certyfikująca wyroby. Oznacza to tym samym, że system Zakładowej Kontroli Produkcji jest dodatkowo nadzorowany przez jednostkę zewnętrzną, obcą w stosunku do producenta.

Tablica 1. Wyciąg z Załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury Budownictwa zatytułowanego: „Grupy wyrobów budowlanych objęte obowiązkiem sporządzania Krajowej Deklaracji Właściwości Użytkowych oraz wymagane dla tych grup krajowe Systemy Oceny i Weryfikacji Stałości Właściwości Użytkowych”

Lp.	Grupa wyrobów budowlanych	Zamierzone zastosowanie wyrobów budowlanych	Klasy	Krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych
25	...			
26	<b>Beton i wyroby związane z betonem, zaprawą i zaczynem</b>			
	Beton towarowy	– do zastosowań konstrukcyjnych <sup>*)</sup>	-	2+
		– do pozostałych zastosowań	-	4
	...	...	...	...
27	...			

<sup>\*)</sup> \*/ zastosowanie konstrukcyjne dotyczy elementów, wyrobów i ich zestawów, które mają wpływ na spełnienie wymagań podstawowych w zakresie nośności i stateczności w odniesieniu do obiektów budowlanych zgodnie z rozporządzeniem nr 305/2011

Z uwagi na zwiększenie rangi odpowiedzialności producenta za właściwie działający nadzór nad jakością oraz jego odpowiedzialności za użyte stwierdzenia w krajowej Deklaracji Właściwości Użytkowych, podlega także transformacji w ostatnim czasie podejście do konieczności spełnienia wszystkich wymogów normy – szczególnie z uwagi na ich kontrolę w trakcie inspekcji jednostki certyfikującej. Jednym z takich wymogów normowych będących elementem Zakładowej Kontroli Produkcji jest wykonywanie badań wstępnych.

Z jednej strony są one dość dokładnie opisane w normie [Z], zwłaszcza w Załączniku A, ale z drugiej strony, z tych zapisów wynika, w pewnych przypadkach, możliwość pominięcia badań wstępnych. Warto zatem przypomnieć i usystematyzować wiedzę o właściwym przygotowywaniu i prowadzeniu dokumentacji badań wstępnych, aby nie budziły wątpliwości, zwłaszcza w trakcie kontroli zewnętrznych, w tym dokonywanych przez jednostkę certyfikującą. Trzeba mieć przy tym świadomość, że podstawową zasadą prawidłowo działającej Zakładowej Kontroli Produkcji jest udokumentowanie wszystkich wymagań stawianych przez normę – forma dowolna: papierowa czy cyfrowa, ale musi być! – kompletna i potwierdzona rzeczywistymi działaniami.

Rozważania dotyczące badań wstępnych trzeba rozpocząć od analizy, czy są one wymagane, czy nie, zatem:

### przypadek 1:

– jeżeli mogą być pominięte, to trzeba prześledzić warunki, w których można odstąpić od ich wykonania oraz ustalić, w jaki sposób należy udokumentować przydatność takiej receptury betonu do bieżącej produkcji,

### przypadek 2:

– jeżeli są wymagane, to należy ustalić wymagany normą zakres tych badań (ilość zarobów, ilość próbek do badania wytrzymałości, kryteria akceptacji badań wstępnych, badania innych właściwości niż wytrzymałość, przypadki szczególnych badań wstępnych itp.).

Ze względu na fakt, że w polskiej rzeczywistości zastosowanie betonu recepturowego lub normowego betonu recepturowego jest marginalne, dalsze analizy dotyczą betonu projektowanego, za właściwości którego odpowiada producent.

## 2. Przypadek 1:

### Badania wstępne mogą być pominięte

Oprócz zasadniczego miejsca w normie PN-EN 206 [3], w którym opisane są badania wstępne, czyli załącznika A, istotne informacje na ich temat pojawiają się jeszcze w rozdz. 6 i 9.

W rozdz. 6 zatytułowanym „Specyfikacja betonu” w ramach informacji ogólnych dotyczących celu opracowywania oraz niezbędnych informacji, które ma zawierać specyfikacja, podano w p. 6.1(3), że „podstawę do projektowania lub określania składu betonu powinny stanowić wyniki badań wstępnych (patrz Załącznik A) lub informacje uzyskane z dłu-

gookresowych doświadczeń z porównywalnym betonem”.

Zalecenie podobnej treści zawarto także w rozdz. 9 zatytułowanym „Kontrola produkcji”, w podrozdziale 9.5 „Skład betonu oraz badania wstępne”, gdzie ustalono w p. 9.5(1), że „w przypadku stosowania betonu o nowym składzie należy wykonać badania wstępne (...) (patrz Załącznik A)”, ale jednocześnie stwierdza się, że „badania wstępne nie są wymagane w przypadku długookresowego doświadczenia z podobnym betonem lub rodziną betonów”.

Po raz trzeci teza ta pojawia się w postanowieniach ogólnych Załącznika A zatytułowanego „Badania wstępne”, gdzie stwierdzono w p. A1(2), że „jeżeli producent (...) może przedstawić odpowiedni skład betonu na podstawie danych z wcześniejszych badań lub długookresowego doświadczenia, dane te można rozważyć jako alternatywne względem badań wstępnych”.

Skoro wielokrotnie powtórzono w normie, że długookresowe doświadczenia (lub dane z wcześniejszych badań) z podobnym (porównywalnym) betonem są wystarczające, by producent mógł wykorzystać możliwość odstąpienia od badań wstępnych w pełnym zakresie opisanym w Załączniku A, można w tym miejscu zadać pytanie: W jaki sposób producent ma udokumentować, że dana receptura może być wykorzystywana w produkcji z pominięciem badań wstępnych?

Odpowiadając na nie, trzeba bezwzględnie założyć, że w dokumentacji Zakładowej Kontroli Produkcji należy określić zasady potwierdzania właściwości składu betonu bez wykonywania badań wstępnych (np. przez zapisy z przeprowadzonych analiz, wnioski z tych analiz, a w końcu podjęta decyzja o akceptacji tej receptury jako spełniającej wymogi normy PN-EN 206). Podstawą z kolei do

takich działań muszą być wyłącznie wyniki badań tego betonu (lub podobnego, porównywalnego) stanowiące właśnie to „długookresowe doświadczenie”.

Częstą wątpliwością jest ustalenie, co to znaczy „długookresowe”. Termin ten nie jest w ogóle zdefiniowany lub określony w normie, więc pozostaje intuicyjne jego zrozumienie. Sprawa jest prosta, gdy dotyczy to np. receptur betonu przygotowanych jeszcze na podstawie poprzedniej Polskiej Normy PN-B-06250 [4], które były i są stale produkowane od wielu lat, przy niezmiennych się znacząco właściwościach składników betonu – a przy tym posiadających dużą populację wyników z prowadzonej wcześniej kontroli produkcji. Gorzej jest, gdy dotyczy to receptur niemal archiwalnych, rzadko stosowanych. Wskazane jest wtedy przeanalizowanie historii zmian właściwości surowców stosowanych w produkcji i na tej podstawie dokonanie oceny ich wpływu na zmianę oczekiwanych właściwości betonu.

Słowo „długookresowe” kojarzy się nam mimochodem nie tylko z czasem trwania tego doświadczenia, ale też z „dużą ilością” tego doświadczenia. Jaką zatem liczbę wyników badań przyjętych do analiz można uznać za wypełniającą określenie „długookresowe doświadczenia”? Znowu nie znajdujemy odpowiedzi w zapisach normy, ale przez analogię do liczby wyników wymaganych w badaniach wstępnych opisanych w Załączniku A, można chyba przyjąć jako bezwzględne minimum 9 wyników, pochodzących co najmniej po trzy z trzech różnych partii produkcji.

W normie dwukrotnie zwraca się uwagę [w p. 9.5(1) i A.3(2)], że w przypadku znaczących (istotnych) zmian składników (lub wyspecyfikowanych wymagań) badania wstępne należy powtórzyć. Norma nie ustala, co to znaczy „znaczące



# CENTRUM TECHNOLOGICZNE BUDOWNICTWA

**Akredytowane laboratorium badawcze - AB 535**  
**Jednostka notyfikowana - NB 2039**  
**Jednostka certyfikująca wyroby - AC 205**



ul. Przemysłowa 23  
35- 105 Rzeszów



+48 17 864 04 50



ctb@ctb-prz.pl

[www.ctb-prz.pl](http://www.ctb-prz.pl)

Oferta:

certyfikacja zakładowej kontroli produkcji betonu towarowego  
badania wstępne betonu towarowego  
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta betonu towarowego  
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta kruszyw  
badania typu wyrobów budowlanych, w tym ilniowych elementów odwodnień  
obsługa laboratoryjna wykonawcy robót i nadzoru  
ekspertyzy i opinie budowlane  
szkolenia otwarte w zakresie budownictwa

(istotne)” zmiany, pozostawiając to do decyzji osoby analizującej i podejmującej w tym zakresie decyzje.

Częstymi wątpliwościami związanymi z decyzjami na podstawie „długookresowych doświadczeń” jest przyjęcie kryteriów akceptacji analizowanych wyników badań – czy to aby mają być kryteria akceptacji badań wstępnych podane w p. A.5 normy (z zapasem co najmniej 6 N/mm<sup>2</sup> do 12 N/mm<sup>2</sup>)? Takie rozumowanie byłoby z założenia błędne, bo jeśli np. w trakcie długotrwałej produkcji wykazano zgodność betonu z wymaganiami normy przy mniejszych zapasach, to właśnie już proces kontroli produkcji wykazał możliwość spełnienia normowych kryteriów zgodności. Przyjęcie wtedy tych „produkcyjnych” kryteriów akceptacji jest oczywiście właściwe.

W p. 9.5(2) normy stwierdzono dodatkowo, że „nowe składki betonu otrzymane przez interpolację składów znanych lub ekstrapolację wytrzymałości na ściskanie nieprzekraczającą 5 N/mm<sup>2</sup> uznaje się jako spełniające wymagania badań wstępnych. Oznacza to oczywiście, że można wtedy z tych badań wstępnych zrezygnować, ale oczywiście jest także, że te interpolacje i ekstrapolacje odniesione są do składów betonu, dla których dysponuje się wystarczającą liczbą wyników badań potwierdzających ich przydatność.

### 3. Przypadek 2: Badania wstępne są wymagane

We wszystkich innych sytuacjach niż te wymienione wcześniej jako „przypadek 1” badania wstępne są dla producenta obowiązkowe. Z za-

pisów p. A.3(1) wynika, że „badania wstępne należy wykonywać przed zastosowaniem nowego betonu lub rodziny betonów”, natomiast wymaga się ich powtórzenia „jeśli nastąpiły istotne zmiany składników lub wyspecyfikowanych wymagań stanowiących podstawę poprzednich badań”. Badania wstępne są także każdorazowo konieczne dla betonu samozagęszczalnego [p. 9.5(1)] oraz w przypadku stosowania dodatków typu I i typu II, których ilość należy określać na podstawie tychże badań [p. 5.2.5.1(1)] z jednoczesnym zaleceniem uwzględnienia wpływu dodatków na właściwości inne niż wytrzymałość (Załącznik L, poz. 5).

Zakres oraz warunki przeprowadzania badań wstępnych szczegółowo ustalają zapisy rozdz. A.4 zatytułowanego „Warunki badania”. Te najważniejsze to:

- Wskazana przez normę temperatura mieszanki betonowej w trakcie badań wstępnych ma być w zakresie od 15°C do 22°C. Jednocześnie pod poz. 21 w Załączniku L (tytuł: „Dalsze informacje dotyczące określonych akapitów”) wyjaśniono, że „... w przypadku, gdy betonowanie na miejscu będzie realizowane w bardzo zróżnicowanych warunkach temperaturowych, lub gdy przewiduje się stosowanie obróbki termicznej, zaleca się poinformowanie o tym fakcie producenta, tak aby mógł uwzględnić wpływ tych warunków na właściwości betonu oraz rozważyć konieczność dodatkowych badań”.
- Badania wstępne pojedynczego składu betonu wykonuje się na trzech zarobach, przy czym z każdego pobiera się co najmniej trzy próbki do badania. Jako minimalną liczbę badanych dojrzałych próbek betonowych w badaniach wstępnych wskazuje się zatem na co najmniej 9 próbek.
- Liczbę zarobów przypadających na pojedynczy beton można zredukować do jednego, ale tylko w przypadku badań wstępnych wykonywanych w odniesieniu do rodziny betonów. Liczba z kolei betonów do pobrania próbek ma wtedy obejmować zakres składów rodziny.
- Wynikiem badania wstępnego jest wytrzymałość średnia wyliczona z wytrzymałości poszczególnych zarobów lub ładunków. Z kolei za wytrzymałość zarobu lub ładunku uznaje się średnią z wyników badania próbek pobranych z tej właśnie porcji mieszanki betonowej.
- Badania wstępne betonu zawierającego włókna mają potwierdzić jednorodność ich rozmieszczenia w zarobie przy przyjętej technologii produkcji.
- W badaniach wstępnych betonu samozagęszczalnego wymaga się sprawdzenia odporności składu mieszanki na zmiany zawartości wody. Ich celem jest określenie dopuszczalnego zakresu zawartości wody, w ramach którego spełnione są wymagania dotyczące właściwości mieszanki betonowej (konsystencja, lepkość, przepływalność i odporność na segregację). Jeśli w produkcji betonu samozagęszczalnego stosowana jest woda odzyskana z procesów produkcji, należy wykazać, przy uwzględnieniu zmian zawartości substancji stałych i analizy chemicznej, że właściwości mieszanki betonowej pozostają odpowiednie.



foto: Michał Braszczyński

– W przypadku betonu zawierającego kruszywo z recyklingu należy rozważyć konieczność sprawdzenia w ramach badań wstępnych skurczu betonu od wysychania, pęcznienia i modułu sprężystości. W informacjach dodatkowych w Załączniku L (poz. 22) norma podpowiada, że jeśli zastosowano proporcje składników określone w tablicy E.2 (Załącznik E: Zalecenia dotyczące stosowania kruszyw), to dotyczą one betonu o normalnej odkształcalności, w odniesieniu do którego na ogół badania nie są wymagane. W przypadkach jednak specjalnych, np. belek o znacznych rozpiętościach, badania są wymagane i mają być uzgodnione pomiędzy producentem i wykonawcą.

#### 4. Kryteria akceptacji badań wstępnych

Najważniejsze kryterium oceny betonu poddane go badaniom wstępnym dotyczy wytrzymałości na ściskanie, odnoszące się do najważniejszej i zawsze definiowanej zasadniczej charakterystyki (właściwości) materiału konstrukcyjnego. Norma formuluje ten wymóg w taki sposób, że uzyskana w badaniach wytrzymałość na ściskanie powinna z „odpowiednim zapasem” przekraczać wartości f<sub>ck</sub> zestawione w tablicach normowych (tablice 12 i 13 w PN-EN 206) dla poszczególnych klas betonu. Zaleceniem jest, by zapas ten był około dwa razy większy niż przewidywane odchylenie standardowe, przy czym norma narzuca ten zapas o wartości co najmniej 6 N/mm<sup>2</sup> do 12 N/mm<sup>2</sup>. Co do szacowania przewidywanego odchylenia standardowego decyzje pozostawia się producentowi, który może dokonać tego na podstawie dotychczasowych własnych doświadczeń z analizą wyników dla betonów o podobnym składzie i podobnych wymaganiach. Niemniej jednak, nawet przy bardzo wyrównanych i stabilnych wynikach dających małą wartość odchylenia standardowego, konieczne jest zastosowanie na etapie badań wstępnych zapasu równego co najmniej 6 N/mm<sup>2</sup>. Ewentualną korektę składu (w granicach dopuszczalnych) w celu zoptymalizowania receptury trzeba wtedy przewidzieć na etap bieżącego nadzoru nad produkcją.

W zakresie pozostałych kryteriów akceptacji badań wstępnych norma PN-EN 206 wymaga w odniesieniu do konsystencji mieszanki betonowej, aby była utrzymana w granicach klasy konsystencji przez okres dostawy i ułożenia w konstrukcji. Także dla betonu samozagęszczalnego stawia się wymóg, aby przy dopuszczalnym zakresie rozptywu stożka mieszanka zachowała swoje zadeklarowane właściwości także w zakresie pozostałych cech – lepkości, przepływalności i odporności na segregację.

Jeśli wymagane są w specyfikacji inne właściwości niż wymienione wyżej, to badania wstępne muszą potwierdzić ich uzyskanie z „odpowiednim zapasem”. W takim wypadku, ponieważ norma nie precyzuje wartości tego „zapasu”, producent ustala go sobie sam na podstawie własnych doświadczeń i jednocześnie na podstawie oszacowania własnego ryzyka.

Istotną wytyczną odnośnie kryteriów akceptacji badań wstępnych jest zwrócenie uwagi na konieczność uwzględnienia różnicy pomiędzy warunkami

technologicznymi w trakcie wykonywania badań wstępnych a tymi występującymi w trakcie właściwej produkcji (np. dotyczące rodzaju wielkości mieszalnika) – zwłaszcza jeśli dotyczy to właściwości mieszanki betonowej lub przy wymaganiach specjalnych dla betonu, np. rozkładu porów w stwardniałym betonie.

#### 5. Możliwość optymalizacji składu betonu a badania wstępne

Dysponując wynikami badań wstępnych dla nowego składu betonu, które z założenia dają zapas wytrzymałości dla wartości średnich na poziomie co najmniej 6 N/mm<sup>2</sup>, producent, wprowadzając ten skład do produkcji, będzie dążyć do jego optymalizacji w taki sposób, aby zbliżyć się do wymaganego normą [3] zapasu wytrzymałości w kryteriach zgodności (np. 4 N/mm<sup>2</sup> przy produkcji początkowej). Należy zadać sobie pytania: Czy korekta składu betonu wymaga powtórzenia badań wstępnych? Czy wymaga dokonywania co najmniej interpolacji/ekstrapolacji? Nie – gdyby to było konieczne, optymalizacja byłaby niemożliwa, bo zawsze wracalibyśmy do kryteriów badań wstępnych. W jakim stopniu zatem możemy dokonywać zmian w składzie betonu? Norma, niestety, tego nie precyzuje. Warto może tutaj sięgnąć po niemieckie doświadczenia w tym zakresie. W niemieckim uzupełnieniu do normy EN 206 [3], czyli w normie DIN 1045-2 [6] w punkcie 9.5 wskazano, jakie zmiany w składzie betonu przewiduje się podczas realizacji procesu sterowania jakością, tj.:

- cement:  $\pm 15 \text{ kg/m}^3$
- dodatek:  $\pm 15 \text{ kg/m}^3$
- domieszki: pomiędzy 0 i maksymalnym dozowaniem określonym przez jej producenta.

Ponieważ nasze krajowe uzupełnienie tego nie przewiduje, to może warto powyższe uregulowania wprowadzić w swojej zakładowej procedurze/instrukcji realizacji badań wstępnych.

**dr inż. Grzegorz Bajorek**  
**Politechnika Rzeszowska**  
**dr inż. Maciej Gruszczyński**  
**Politechnika Krakowska**  
**mgr inż. Marta Kiernia-Hnat**  
**Centrum Technologiczne Budownictwa**  
**dr inż. Zdzisław Kohutek**  
**Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego**

#### Literatura

- 1 PN-EN 206-1:2003 Część 1: Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 2 PN-EN 206:2014-04 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 3 PN-EN 206 +A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 4 PN-B-06250:1988 Beton zwykły
- 5 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. poz. 1966)
- 6 DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206