

Normowa kontrola betonu według PN-EN 206-1

1. Wprowadzenie

Po siedmiu latach od wprowadzenia normy PN-EN 206-1:2003 [1] do naszej budowlanej rzeczywistości, a po sześciu latach jej samodzielnego obowiązywania (normę PN-B-06250:1988 [2] wycofano w styczniu 2004 roku), wydawać by się mogło, że została tak szeroko i dokładnie wdrożona do stosowania, że dzisiaj możemy dyskutować jedynie o modyfikacji zawartych w niej stwierdzeń czy założeń.

Tymczasem... rzeczywistość jest zupełnie inna. Wszyscy związani z branżą zauważają, że wciąż ponad 90% produkcji to beton o parametrach określonych przez starą, wycofaną normę PN-B-06250:1988 i z deklaratywną zgodnością także z tą normą. Przez fakt, że norma PN-EN 206-1:2003 nie jest normą zharmonizowaną z dyrektywą 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych, beton nie jest „urzędowo” traktowany jako wyrób budowlany. Niesie to za sobą taki skutek, że deklarowanie zgodności tego wyrobu z normą nieaktualną (wycofaną) nie jest nielegalne. A skutek dalszy – brak obowiązku powoduje ciągle bardzo niski stan wiedzy w zakresie wymogów, zwłaszcza w odniesieniu do toku postępowania przy ocenie zgodności, czy do oceny jakości betonu w ogóle. Widać to na każdym kroku procesu inwestycyjnego – począwszy od założeń projektowych, poprzez produkcję, a na zastosowaniu przy wznoszeniu obiektów (wykonawstwo, nadzór) skończywszy. Warto więc podjąć tę tematykę na łamach „Budownictwa, Technologii, Architektury”, by uruchomić szerszą dyskusję dotyczącą problematyki oceny betonu jako materiału konstrukcyjnego. Zwłaszcza że „nie zasłużył” on sobie na status wyrobu budowlanego. Dyskusja jest potrzebna, by ukształtować i wdrożyć do stosowania jasne i precyzyjne zasady kontroli betonu zgodne z normą PN-EN 206-1:2003, bo ta będzie musiała być poważniej traktowana jako efekt usamodzielnienia się Eurokodów stanowiących podstawy do projektowania, wraz z wycofaniem norm krajowych sprzecznych z nimi, w marcu 2010 roku.

2. Norma PN-EN 206-1:2003

a norma PN-B-06250:1988

Ustanowienie nowej normy dla betonu PN-EN 206-1:2003 wprowadziło nowe zasady oceny tego wyrobu, podobne jak dla pozostałych wyrobów budowlanych, dla których opracowano normy europejskie EN. Są one zdecydowanie odmienne od tych, które zastosowano w normie starej PN-88/B-06250. Ich cechą charakterystyczną jest wprowadzenie pojęcia **kryteriów zgodności** kontrolowanych właściwości z wymaganiami wyspecyfikowanymi w przepisach techniczno-budowlanych (normach, projektach technicznych itp.).

Wcześniej, w myśl normy PN-88/B-06250, kwalifikowano daną (określoną normowo) **partię betonu** do odpowiedniej **klasy betonu** na podstawie wnioskowania statystycznego uwzględniającego liczbę próbek i założony poziom ufności. I tak, w rozdziale 5.1 starej normy zasady oceny sformułowano następująco:

Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli jego wytrzymałość spełnia następujące warunki:

a) przy liczbie kontrolowanych próbek n mniejszej niż 15:

$$R_{i\min} \geq \alpha R_b^G \quad (1)$$

gdzie:

$R_{i\min}$ – najmniejsza wartość wytrzymałości w badanej serii n próbek

α – współczynnik zależny od liczby próbek n , wg tablicy 1

R_b^G – wytrzymałość gwarantowana

Tablica 1. Współczynnik statystyczny do oceny partii betonu

Liczba próbek, n	α
3 ÷ 4	1,15
5 ÷ 8	1,10
9 ÷ 14	1,05

W przypadku gdy warunek (1) nie jest spełniony, beton można uznać za

odpowiadający klasie, jeżeli:

$$R_{i\min} \geq R_b^G \quad (2)$$

oraz

$$R_{sr} \geq 1,2 R_b^G \quad (3)$$

b) przy liczbie kontrolowanych próbek $n \geq 15$ zamiast warunku (1) obowiązuje warunek:

$$R_{sr} - 1,64 s \geq R_b^G \quad (4)$$

gdzie:

R_{sr} – średnia wartość wytrzymałości

s – odchylenie standardowe wytrzymałości.

W przypadku gdy warunki normowe nie są spełnione, kontrolowaną partię betonu należy zakwalifikować do odpowiednio niższej klasy.

Wartość występującego we wzorze (4) parametru statystycznego $k = 1,64$ wynika właśnie z liczności próbek $n \geq 15$, przyjęcia rozkładu normalnego oraz poziomu ufności $\geq 0,5$, przy założonej wadliwości 5%. Stara norma podobnie precyzyjnie określa wymagania oraz sposób badania i sposób oceny betonu w zakresie specjalnych właściwości, tj. nasiąkliwości, odporności na działanie mrozu oraz przepuszczalności wody, przy czym nie stosuje się tutaj ścisłego wnioskowania statystycznego.

Odmienne podejście do definiowania kryteriów zgodności w nowej normie PN-EN 206-1 polega na zastosowaniu nie prostego wnioskowania statystycznego, ale funkcji operacyjno-charakterystycznych (metoda OCC – operating characteristic curve), przy założonych ryzykach dostawcy (PRQ – Producer Risk Quality) i odbiorcy (CRQ – Consu-

mer Risk Quality), pomijając wymagania dotyczące poziomu ufności [3]. Jest to procedura podobna do stosowanej w normach dotyczących statystycznego sterowania jakością. Mówimy zatem o wartości wytrzymałości charakterystycznej f_{ck} , poniżej której może się znaleźć 5% populacji wszystkich możliwych oznaczeń wytrzymałości dla danej objętości betonu. Wprowadzono przy tym dolne ograniczenie dla próbek wadliwych, równe $f_{ck} - 4$. Dla takiego założenia opracowane są wszystkie zasady oraz współczynniki przy kontroli zgodności betonu w zakresie wytrzymałości według PN-EN 206-1.

3. Kontrola produkcji

Przedstawione powyżej **kryteria zgodności** jako wyróżnik nowych zasad oceny wyrobu stanowią podstawę do orzeczenia o **zgodności** lub **niezgodności** danego wyrobu, czyli są zasadniczym elementem **kontroli zgodności** z wymaganiami (kryteriami) określonymi w specyfikacjach (normach). **Kontrola zgodności** stanowi integralną część **kontroli produkcji** i zgodnie z definicją przedstawioną w normie PN-EN 206-1 *obejmuje ogół działań i decyzji podejmowanych według zasad zgodności przyjętych przed sprawdzeniem zgodności betonu ze specyfikacją*. Jest więc jedną z czynności wchodzących w skład kontroli produkcji. Ta z kolei *obejmuje wszystkie pomiary konieczne do zachowania właściwości betonu zgodnie z określonymi wymaganiami*, a więc:

- dobór materiałów
- projektowanie betonu
- produkcję betonu
- sprawdzenia i badania
- wykorzystanie wyników badań dotyczących składników, mieszanki betonowej i betonu oraz sprzętu
- w przypadkach, których to dotyczy, kontrolę sprzętu stosowanego do transportu mieszanki betonowej
- kontrolę zgodności

a w szczególności opisane w kolejnych podrozdziałach normy czynności kontrolne w odniesieniu do:

- ustalania składu betonu, w tym badań wstępnych
- personelu
- sprzętu i urządzeń (magazynowanie materiałów, urządzenia dozujące, betoniarki, sprzęt do badania)
- dozowania składników
- mieszania mieszanki betonowej
- procedur kontroli produkcji (kontrola składników, kontrola sprzętu, kontrola procedur produkcji i właściwości betonu – dla tych procedur podane są w normie obszernie, szczegółowe tablice zestawiające sprawdzenia lub badania oraz minimalne częstotliwości ich wykonywania).

Bardzo istotnym zapisem w normie jest, że **każdy beton powinien podlegać procesowi kontroli produkcji, za który jest odpowiedzialny producent**. Jasno stąd wynika, że prowadzenie kontroli produkcji jest jednym z podstawowych obowiązków producenta betonu.

Potwierdzeniem prowadzenia kontroli produkcji jest wdrożenie i utrzymywanie udokumentowanego **systemu kontroli produkcji** w postaci **księgi kontroli produkcji**, zawierającej odpowiednie procedu-

ry i instrukcje, a to przedstawione jest w oddzielnym rozdziale. Przedstawiono tam także szczegółowo sposób dokumentowania i przechowywania wyników z badań.

4. Kontrola zgodności

W kontroli zgodności wyróżnia się kontrolę zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie, kontrolę zgodności wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu oraz kontrolę zgodności właściwości innych niż wytrzymałość. Najważniejsza, bo dotycząca każdego betonu, a jednocześnie najtrudniejsza do opanowania jest kontrola zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie, poświadczająca klasę betonu.

4.1. Kontrola zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie

Ocena przeprowadzana jest dla **poszczególnych składów** betonów (poszczególnych receptur) lub dla **rodzin betonów** (do tej pory nie ma wytycznych co do określenia sposobu ustalania rodziny), rozróżniając **produkcję początkową** oraz **produkcję ciągłą**. Intuicyjnie możemy odczuwać, że kontrola dla produkcji początkowej jest intensywniejsza i z większym zapasem wytrzymałości, a zatem droższa. Dlatego istotne jest, jak produkcja jest zakwalifikowana.



foto: Archiwum

Tablica 2. Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności

Produkcja	Minimalna częstotliwość pobierania próbek		
	Pierwsze 50 m ³ produkcji	Po pierwszych 50 m ³ produkcji ^{a)}	
		Beton z certyfikatem kontroli produkcji	Beton bez certyfikatu kontroli produkcji
Początkowa (do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań)	3 próbki	1/200 m ³ lub 2/dzień produkcji	1/150 m ³ lub 1/dzień produkcji
Ciągła ^{b)} (po uzyskaniu co najmniej 35 wyników badań)	-	1/400 m ³ lub 1/tydzień produkcji	

^{a)} Pobieranie próbek powinno być rozłożone w czasie produkcji i nie zaleca się pobierania więcej niż 1 próbki z każdego 25 m³ mieszanki

^{b)} Gdy odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników badania przekracza $1,37\sigma$, częstotliwość pobierania próbek należy zwiększyć do częstotliwości wymaganej dla produkcji początkowej, do uzyskania następných 35 wyników badań

Tablica 3. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie

Produkcja	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium 1	Kryterium 2
		Średnia z „n” wyników (f_{cm}) N/mm ²	Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ci}) N/mm ²
Początkowa	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Ciągła	nie mniej niż 15	$\geq f_{ck} + 1,48\sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Produkcja początkowa obejmuje produkcję do momentu otrzymania co najmniej **35 wyników** badań. **Produkcję ciągłą** osiąga się, gdy uzyska się co najmniej **35 wyników** badań w okresie nieprzekraczającym **12 miesięcy**.



Jeśli produkcja betonu o indywidualnym składzie lub rodziny betonów zostanie **wstrzymana** na dłużej niż **12 miesięcy**, producent zmuszony jest do przyjęcia planu pobierania próbek i kryteriów zgodności jak dla **produkcji początkowej**.

Ocena zgodności ma być przeprowadzona na wynikach badań uzyskanych podczas **okresu oceny**, który nie powinien przekroczyć ostatnich **12 miesięcy** produkcji.

W czasie produkcji ciągłej producent może przyjąć plan pobierania i badania próbek oraz kryteria jak dla **produkcji początkowej**, co w pewnym sensie może oznaczać ostrzejsze rygory kontroli.

Próbki mieszanki betonowej należy pobierać zgodnie z PN-EN 12350-1, z **każdej** rodziny betonów produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. **Minimalna częstotliwość** pobierania i badania próbek betonu powinna być zgodna z tablicą 2, przyjmując częstotliwość, która daje **największą** liczbę próbek odpowiednią dla produkcji początkowej lub ciągłej.

Miejsce pobierania próbek do badań zgodności należy tak wybrać, aby odpowiednie właściwości betonu oraz jego skład nie zmieniały się znacząco między miejscem pobierania próbek a miejscem dostawy.

Wynikiem badania może być wynik badania **pojedynczej** próbki lub **średnia** z wyników badania próbek wykonanych z tej samej próbki mieszanki betonowej i badanej w tym samym wieku. Próbka mieszanki betonowej może być punktowa lub złożona.

Zgodność wytrzymałości betonu na ściskanie oceniana jest na próbkach badanych w **28. dniu** dojrzewania. Jeśli wytrzymałość została wyspecyfikowana dla innego wieku, zgodność oceniana się na próbkach badanych w wieku określonym w specyfikacji. Przy ocenie zgodności stosowane są **dwa kryteria zgodności**:

- dla zbioru „n” niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników poprzez wyliczoną wartość średnią wytrzymałości z „n” wyników badania – f_{cm} (**kryterium 1**)
- dla każdego pojedynczego wyniku badania f_{ci} (**kryterium 2**).

Zgodność jest potwierdzona, jeśli oba kryteria podane w tablicy 3 dla produkcji początkowej albo ciągłej są **spełnione**.

Po tej długiej serii definicji i zasad należałoby się zastanowić – **jak to wykorzystywać w praktyce?**

Jakie kolejno kroki wykonywać w procedurze oceny zgodności? Spróbujmy je ustalić:

1. Po akceptacji badań wstępnych wdrażamy recepturę betonu do produkcji.
2. Z pierwszych **50 m³** betonu pobieramy **3 próbki**. Dla nich dokonamy oceny zgodności z kryteriami określonymi w tablicy 3 dla produkcji początkowej, tzn. średnia wytrzymałość f_{cm} z tych trzech próbek ma być większa lub równa $f_{ck} + 4$ [N/mm²] oraz dowolny pojedynczy wynik badania z tych trzech f_{ci} ma być większy lub równy $f_{ck} - 4$ [N/mm²].
3. Produkujemy beton dalej (może to być nawet ta sama dostawa, co opisana powyżej w p. 2, jeśli przekracza ilość 50 m³). Zmieniamy tylko częstotliwość pobierania próbek – jedna na 150 m³ lub jedna na 1 dzień produkcji. Dalej też doko-

nujemy oceny z **trzech, zawsze kolejnych** próbek, ale możemy wybrać – z niepokrywających się wyników lub pokrywających się. Przy **niepokrywających się** grupujemy je kolejno po trzy i osobno dokonujemy oceny dla każdej trójki. Przy **pokrywających się**, gdy otrzymamy następny wynik, pierwszy odrzucamy – ale dalej robimy to dla trzech próbek. Oceny dokonujemy według kryteriów przedstawionych powyżej w p. 2.

4. Działamy tak aż do uzyskania **35 wyników**, bo wtedy możemy przejść na produkcję ciągłą. Ale musimy spełnić jeszcze jeden warunek – musi to trwać ponad trzy miesiące. Jeśli nasza produkcja jest bardzo intensywna już w początkowym okresie i uzyskamy więcej wyników w tym czasie (trzech miesięcy), to na produkcję ciągłą możemy przejść i tak dopiero po trzech miesiącach produkcji. Te 35 wyników (lub więcej – z trzech miesięcy produkcji) służy do **wstępnego** obliczenia **odchylenia standardowego** σ .

5. Od tego momentu możemy (ale nie musimy!) przejść do oceny jak dla produkcji ciągłej, tzn. średnia wytrzymałość f_{cm} z **nie mniej niż 15** próbek ma być większa lub równa $f_{ck} + 1,48\sigma$ [N/mm²] oraz dowolny pojedynczy wynik badania z tych nie mniej niż piętnaście f_{ci} ma być większy lub równy $f_{ck} - 4$ [N/mm²]. Znowu mamy możliwość wyboru – z wyników niepokrywających się lub pokrywających się, ale muszą być zawsze kolejne.

6. Działamy tak dopóty, dopóki przerwa w produkcji danego betonu nie trwa dłużej niż 12 miesięcy. Jeśli po ponad 12-miesięcznej przerwie wznowiamy produkcję – musimy ocenę rozpoczynając od nowa, jak dla produkcji początkowej, aż do ponownego uzyskania 35 wyników badania.

7. Podczas trwania produkcji ciągłej nie możemy zapominać o konieczności **weryfikacji** wstępnie obliczonej wartości **odchylenia standardowego**. Może ono być stosowane w późniejszym okresie produkcji, w którym sprawdza się zgodność, pod warunkiem że odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników (s_{15}) nie odbiega znacząco od przyjętego odchylenia standardowego (σ). Warunek używania wstępnie oszacowanego odchylenia standardowego jest następujący:

$$0,63\sigma \leq s_{15} \leq 1,37\sigma \quad (5)$$

Oznacza to, że stale należy wyliczać odchylenie standardowe z ostatnich 15 wyników (s_{15}) i gdy wartość ta znajdzie się poza ww. granicami, należy określić nowe oszacowanie σ na podstawie ostatnich dostępnych 35 wyników badań.

4.2. Kontrola zgodności wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu

Ocena przeprowadzana na podobnych założeniach jak dla wytrzymałości na ściskanie, z drobnymi wyjątkami.

Po pierwsze – robi się to tylko wtedy, gdy wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu jest wyspecyfikowana.

Po drugie – nie stosuje się pojęcia rodziny betonów – beton o poszczególnych składach oceniany ma być oddzielnie.

Po trzecie – ocenę zgodności można przeprowadzić w okresie oceny zgodności, który nie powi-

Tablica 4. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

Produkcja	Liczba „n” wyników w zbiorze	Kryterium 1	Kryterium 2
		Średnia „n” wyników (f_{m}) N/mm ²	Dowolny pojedynczy wynik badania (f_i) N/mm ²
Początkowa	3	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Ciągła	nie mniej niż 15	$\geq f_{tk} + 1,48\sigma$	$\geq f_{tk} - 0,5$

Tablica 5. Kryteria zgodności dotyczące właściwości innych niż wytrzymałość

Właściwość	Metoda badania lub metoda oznaczenia	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji dla wartości założonej	
				dolna granica	górna granica
Gęstość betonu ciężkiego	EN 12390-7	jak w tablicy 2 dla wytrzymałości na ściskanie	patrz tablica 7	-30 kg/m ³	brak granicy ^{a)}
Gęstość betonu lekkiego	EN 12390-7	jak w tablicy 2 dla wytrzymałości na ściskanie	patrz tablica 7	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³
Współczynnik woda/cement	EN 206-1	1 oznaczenie na dzień	patrz tablica 7	brak granicy ^{a)}	+0,02
Zawartość cementu	EN 206-1	1 oznaczenie na dzień	patrz tablica 7	-10 kg/m ³	brak granicy ^{a)}
Zawartość powietrza w napowietrzanej mieszance betonowej	EN 12390-7 dla betonu zwykłego i betonu ciężkiego oraz ASTM C 173 dla betonu lekkiego	1 próbka na dzień produkcji, gdy jest ustabilizowana	patrz tablica 7	-0,5% wartości bezwzględnej	+1,0% wartości bezwzględnej
Zawartość chlorków w betonie	EN 206-1	oznaczenie należy wykonać dla każdego składu betonu i należy go powtórzyć, jeśli ma miejsce wzrost zawartości chlorków w którymkolwiek ze składników	0	brak granicy ^{a)}	nie dopuszcza się wyższych wartości

^{a)} chyba że granice są określone w specyfikacji

Tablica 6. Kryteria zgodności dotyczące konsystencji

Metoda badania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie ^{a)} pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji dla wartości założonej		
			dolna granica	górna granica	
Ocena wizualna	porównanie wyglądu z normalnym wyglądem mieszanki betonowej o określonej konsystencji	każdy zarób; dla dostaw samochodowych każdy ładunek	-	-	
Opad stożka	EN 12350-2	i) częstotliwość jak podano w tablicy 2 dla wytrzymałości na ściskanie	patrz tablica 8	-10 mm -20 mm ^{b)}	+20 mm +30 mm ^{b)}
Czas Ve-Be	EN 12350-3	ii) gdy bada się zawartość powietrza	patrz tablica 8	-4 s -6 s ^{b)}	+2 s +4 s ^{b)}
Stopień zagęszczenia	EN 12350-4	iii) w przypadku wątpliwości przy ocenie wizualnej	patrz tablica 8	-0,05 -0,07 ^{b)}	+0,03 +0,05 ^{b)}
Rozptył	EN 12350-5		patrz tablica 8	-15 mm -25 mm ^{b)}	+30 mm +40 mm ^{b)}

^{a)} Przy braku górnej lub dolnej granicy w odpowiednich klasach konsystencji, odchylen tych nie stosuje się

^{b)} Stosuje się wyłącznie dla konsystencji badanej na początku rozładunku mieszanki samochodowej

Tablice 7 i 8. Liczby kwalifikujące dotyczące kryteriów zgodności dla właściwości innych niż wytrzymałość

Tablica 7 AQL = 4%		Tablica 8 AQL = 15%	
Liczba wyników badań	Liczba kwalifikująca	Liczba wyników badań	Liczba kwalifikująca
1 – 12	0	1 – 2	0
13 – 19	1	3 – 4	1
20 – 31	2	5 – 7	2
32 – 39	3	8 – 12	3
40 – 49	4	13 – 19	5
50 – 64	5	20 – 31	7
65 – 79	6	32 – 49	10
80 – 94	7	50 – 79	14
95 – 100	8	80 – 100	21

W przypadku, gdy liczba badań przekracza 100, odpowiednią liczbę kwalifikującą można przyjąć wg ISO 2859-1:1999, tablica 2-A

Tablica 9. Kryteria identyczności dotyczące wytrzymałości na ściskanie w przypadku betonu wytwarzanego w warunkach certyfikowanej kontroli produkcji

Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie na próbkach z określonej objętości betonu	Kryterium 1	Kryterium 2
	Średnia z „n” wyników (f_{cm}) N/mm ²	Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ci}) N/mm ²
1	Nie stosuje się	$\geq f_{ck} - 4$
2 – 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5 – 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

nien przekraczać 12 miesięcy. Zgodność wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu ocenia się na próbkach badanych w **28. dniu** dojrzewania, chyba że określono inny wiek badania. Przy ocenie stosuje się **dwie kryteria** zgodności:

- dla zbioru „n” niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników badań poprzez wyliczoną wartość średnią wytrzymałości z „n” wyników badania f_{tm} (**kryterium 1**)
- każdego pojedynczego wyniku badania f_{ti} (**kryterium 2**).

Zgodność z charakterystyczną wytrzymałością na rozciąganie przy rozłupywaniu (f_{tk}) **jest potwierdzona**, jeśli wyniki badań spełniają **oba kryteria** poda-



foto: Archiwum

ne w tablicy 4, odpowiednio dla produkcji początkowej albo ciągłej.

Należy odpowiednio stosować postanowienia dotyczące weryfikacji odchylenia standardowego, jak podano przy ocenie wytrzymałości betonu na ściskanie.

4.3. Kontrola zgodności właściwości betonu innych niż wytrzymałość

Gdy są wyspecyfikowane **inne właściwości** betonu **niż wytrzymałość**, to **ocenę ich zgodności** należy przeprowadzić w okresie oceny, który nie powinien przekraczać ostatnich **12 miesięcy**.

Próbki mieszanki betonowej należy **losowo** wybierać i pobierać zgodnie z EN12350-1. Próbki należy pobierać z każdej rodziny betonów produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. **Minimalna** liczba próbek oraz **metody badania** powinny być dobierane zgodnie z tablicami 5 i 6.

Zgodność betonu określa się przez **zliczenie liczby wyników** uzyskanych w okresie oceny, które **leżą poza** określonymi **wartościami granicznymi**, granicami klas lub tolerancjami dla założonej wartości, a następnie **porównanie** jej z maksymalną **dopuszczalną liczbą** (metoda alternatywna).

Zgodność z wymaganą właściwością **jest potwierdzona**, gdy:

- **liczba wyników** badań spoza określonych wartości granicznych, granic klas lub tolerancji dla założonej wartości, jak podano w tablicy 5 i 6, **nie jest większa** niż **liczba kwalifikująca** w tablicach 7 lub 8
- **wszystkie pojedyncze wyniki** badania **zawierają się** w granicach maksymalnych **dopuszczalnych odchyłań** podanych w tablicy 5 lub 6.

4.4. Kontrola zgodności betonu recepturowego, w tym normowego betonu recepturowego

Tej kontroli nie przeprowadza się zbyt często, gdyż w praktyce prawie w ogóle nie spotyka się betonu specyfikowanego jako recepturowy.

Zgodność każdego zarobu **betonu recepturowego** należy ocenić pod względem **zawartości cementu, maksymalnego nominalnego górnego wymiaru ziaren kruszywa i jego uziarnienia** (wtedy jeśli są określone) oraz odpowiednio **współczynnika woda/cement, ilości domieszki lub dodatku**.

Kontrola ma za zadanie sprawdzenie, czy ilości cementu, kruszywa, domieszki i dodatków, które zarejestrowano w **zapisie produkcji** lub na **wydruku z przyrządu rejestrującego** zarób, zawierają się w **granicach tolerancji** podanych w normie.

Współczynnik woda/cement powinien zawierać się w granicach $\pm 0,04$ wartości określonej.

Przy **ocenie zgodności** konsystencji wykorzystuje się postanowienia zawarte w tablicy 6.

Zgodność w zakresie rodzaju i klasy wytrzymałości cementu, rodzaju kruszywa, rodzaju domieszki lub typu dodatków; pochodzenia składników betonu, ocenia się przez **porównanie zapisu z produkcji oraz dokumentów dostawy** składników z określonymi wymaganiami.

5. Działania podejmowane w przypadku niezgodności wyrobu

W przypadku **niezgodności** norma nakazuje producentowi podjąć następujące działania:

- **sprawdzić** wyniki badań i jeśli są nieprawidłowe, podjąć działania mające na celu **wyeliminowanie** błędów
- jeśli niezgodność została **potwierdzona**, np. przez powtórne badania, podjąć **działania korygujące**, łącznie z przeglądem przez kierownictwo odpowiednich procedur kontroli produkcji
- jeśli niezgodność ze specyfikacją jest potwierdzona, co nie było wiadome przy dostawie, **powiadomić** o tym **specyfikującego** oraz **wykonawcę**, aby uniknąć szkodliwych konsekwencji niezgodności

– **odnotować działania** w powyższych punktach. Jeśli niezgodność betonu spowodowana jest **do-daniem wody** lub domieszek, producent powinien podjąć działania jedynie wówczas, gdy to on podjął decyzję o takim dodaniu.

6. Ocena identyczności

Opisana wyżej kontrola zgodności realizowana jest przez producenta betonu i w zasadzie powinna być wystarczająca z punktu widzenia zapewnienia jakości tego wyrobu. W przypadku jednak wątpliwości odbiorcy co do jakości betonu (partii beto-

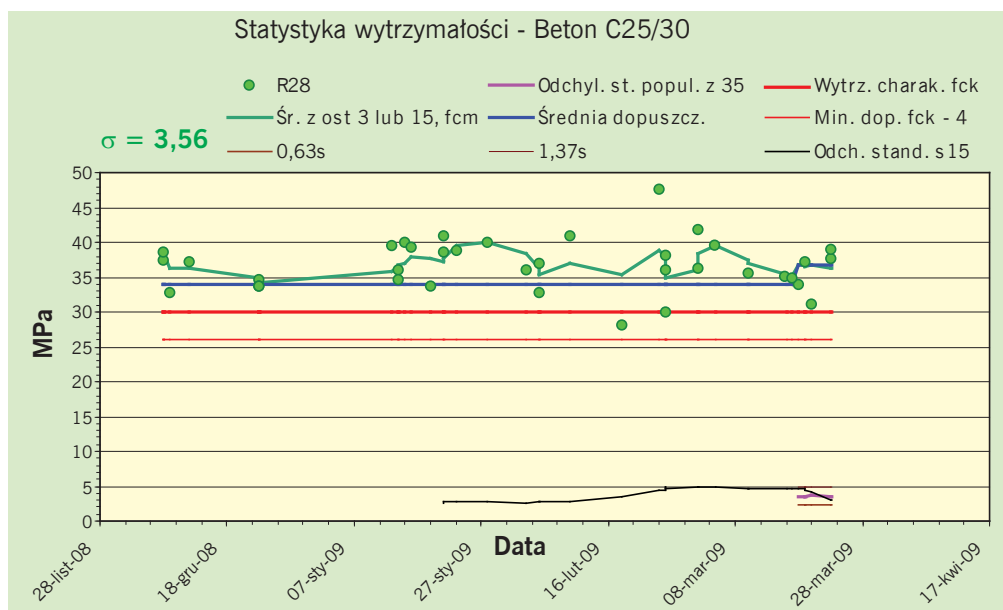
Tablica 10. Przykładowy arkusz kontroli zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie dla betonu C25/30

L.p.	Data	Wytrzymałość poszczególnych próbek f_{ci}	Średnia narastająca z ostatnich 3 lub 15 wyników	Minimalna wartość dopuszczalna dla pojedynczego wyniku f_{ci}	Minimalna wartość dopuszczalna dla średniej wytrzymałości f_{cm}	Wstępna i szacowana wartość odchylenia standardowego σ	Wartość $0,63 \sigma$	Wartość $1,37 \sigma$	Odchylenie standardowe z ostatnich 15 wyników s_{15}
1	08-gru-08	39,60		26	34				
2	08-gru-08	37,50		26	34				
3	08-gru-08	38,60	38,57	26	34				
4	09-gru-08	32,90	36,33	26	34				
5	12-gru-08	37,10	36,20	26	34				
6	23-gru-08	34,70	34,90	26	34				
7	23-gru-08	33,80	35,20	26	34				
8	23-gru-08	33,80	34,10	26	34				
9	13-sty-09	39,50	35,70	26	34				
10	14-sty-09	36,00	36,43	26	34				
11	14-sty-09	34,70	36,73	26	34				
12	15-sty-09	40,10	36,93	26	34				
13	16-sty-09	39,20	38,00	26	34				
14	19-sty-09	33,70	37,67	26	34				
15	21-sty-09	38,70	37,20	26	34				2,6
16	21-sty-09	40,90	37,77	26	34				2,7
17	23-sty-09	38,90	39,50	26	34				2,7
18	28-sty-09	40,10	39,97	26	34				2,8
19	03-lut-09	36,10	38,37	26	34				2,6
20	05-lut-09	32,80	36,33	26	34				2,8
21	05-lut-09	36,90	35,27	26	34				2,8
22	10-lut-09	41,00	36,90	26	34				2,8
23	18-lut-09	28,20	35,37	26	34				3,6
24	24-lut-09	47,50	38,90	26	34				4,5
25	25-lut-09	38,00	37,90	26	34				4,4
26	25-lut-09	30,20	38,57	26	34				4,8
27	25-lut-09	36,30	34,83	26	34				4,8
28	02-mar-09	41,80	36,10	26	34				4,9
29	02-mar-09	36,90	38,33	26	34				4,8
30	05-mar-09	39,80	39,50	26	34				4,8
31	10-mar-09	35,50	37,40	26	34				4,7
32	10-mar-09	35,70	37,00	26	34				4,7
33	16-mar-09	35,10	35,43	26	34				4,7
34	17-mar-09	34,80	35,20	26	34				4,7
35	18-mar-09	34,00	36,78	26	36,8	3,56	2,2	4,9	4,7
36	19-mar-09	37,10	36,79	26	36,8		2,2	4,9	4,7
37	19-mar-09	37,10	36,53	26	36,8		2,2	4,9	4,5
38	20-mar-09	31,20	36,73	26	36,8		2,2	4,9	4,2
39	23-mar-09	39,10	36,17	26	36,8		2,2	4,9	3,0
40	23-mar-09	38,00	36,17	26	36,8		2,2	4,9	3,0

Uwagi:

- wartości w tabeli wyrażone w [MPa]
- klasa kontrolowanego betonu C25/30,
- kol. 2 – data pobrania
- kol. 4 – średnia z 3 wyników dla produkcji początkowej, z 15 dla produkcji ciągłej (po uzyskaniu 35 wyników),
- kol. 5 = $(f_{ck} - 4)$ taka sama wartość zarówno dla produkcji początkowej jak i ciągłej,
- kol. 6 = $(f_{ck} + 4)$ dla produkcji początkowej lub $(f_{ck} + 1,48\sigma)$ dla produkcji ciągłej,
- kol. 7 – wstępnie obliczona wartość odchylenia standardowego σ z 35 wyników produkcji początkowej,
- kol. 8 i kol. 9 – wartości graniczne do weryfikowania wstępnie oszacowanego odchylenia standardowego σ poprzez porównanie z nimi wartości odchylenia standardowego s_{15} z kol. 10, obliczanego dla ostatnich 15 wyników – w przypadku przekroczenia tych wartości granicznych konieczne jest ponowne obliczenie odchylenia standardowego σ z ostatnich 35 wyników (pojawi się nowa wartość σ w kol. 7!).

Rys. 1. Kontrola zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie dla betonu C25/30 (dane z tablicy 10)



nu określonej w normie jako zarób lub ładunek) lub w przypadku gdy odbiorca zmuszony jest do dodatkowej kontroli poprzez zapisy w specyfikacji technicznej do projektu, przeprowadzane jest **badanie i ocena identyczności**, a tym rządzą zupełnie inne reguły. Przede wszystkim nie ma możliwości analizowania tak obszernych zbiorów wyników, bo ograniczają się one do pewnych określonych, stosunkowo niedużych, objętości betonu. Oceny dokonuje się, w przypadku betonu bez certyfikacji produkcji, według kryteriów jak dla produkcji początkowej (tablica 3), bez względu na to, jakiej oceny dokonuje producent przy kontroli zgodności (dla produkcji początkowej czy ciągłej). W przypadku zaś certyfikowanej produkcji według dwóch oddzielnych kryteriów, przedstawionych w tablicy 9.

Zresztą obojętne, czy produkcja jest certyfikowana czy nie, w ocenie nie uwzględnia się odchylenia standardowego. Celem badania identyczności nie jest bowiem sprawdzanie zmienności wyników, ale

wskazanie, że określona objętość betonu należy do tej samej populacji, która w ramach oceny zgodności została sprawdzona przez producenta jako zgodna pod względem wytrzymałości charakterystycznej. Analizuje się też inne wyniki badań – za wynik badania w kontroli identyczności przyjmuje się średnią z wyników co najmniej dwóch próbek do badania wykonanych z jednej próbki mieszanki betonowej i badanych w tym samym wieku (wskazuje to na konieczność pobrania co najmniej dwa razy więcej próbek niż później ocenianych jest wyników).

Praktyka potwierdza niestety, że w ślad za przyzwyczajeniami ze starej normy (PN-B-06250:1988), przy kontroli betonu dla innych uczestników procesu budowlanego (wykonawcy, nadzór), przyjmuje się zarówno częstotliwości i sposób pobierania próbek, jak i kryteria oceny, takie same jak dla kontroli zgodności, a ta przynależna jest wyłącznie producentowi betonu. Dość nagminnie stosowana jest praktyka „uszcześliwiania” wykonawców robót czy nadzoru tak sformułowanym zakresem badań już na etapie zapisów specyfikacji do projektu.

7. Przykład prowadzenia kontroli zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie

W tablicy 10 przedstawiono przykład kontroli zgodności dla wybranej receptury betonu klasy C25/30 do momentu przejścia z produkcji początkowej na produkcję ciągłą.

dr inż. Grzegorz BAJOREK

Politechnika Rzeszowska

Centrum Technologiczne Budownictwa

przy Politechnice Rzeszowskiej

mgr inż. Ludwik Betlej

Centrum Technologiczne Betonu, Dyckerhoff Polska

Literatura

- 1 PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 2 PN-B-06250:1988 Beton zwykły
- 3 L. Brunarski, Nowe normowe kryteria zgodności betonu, „Budownictwo, Technologie, Architektura”, Polski Cement, 2/2004

