

Zdzisław B. Kohutek*

NORMA PN-EN 206-1 — NOWY WYMIAR JAKOŚCI BETONU

1. Cel i przeznaczenie

Norma europejska [12] adresowana jest bezpośrednio do wszystkich, uprawnionych specjalistów, partycypujących w procesie tworzenia betonu, a więc w kolejności do:

- projektanta obiektu budowlanego, od którego oczekuje się wiążących i wyczerpujących sugestii co do parametrów betonu, z nawiązaniem do zagrożeń środowiskowych, w ramach jego specyfikacji;
- producenta, który w oparciu o specyfikację zestawia skład betonu, wytwarza mieszankę betonową o określonej konsystencji i urabialności, a następnie dostarcza ją na plac budowy i wbudowuje w odeskowaną przestrzeń, z gwarancją jakości zastrzeżonej kontraktem;
- wykonawcy robót betonowych, któremu oprócz starannego przygotowania deskowań i rozmieszczenia zbrojenia powierza się czynność zagęszczenia masy betonowej oraz pielęgnację i ochronę świeżego betonu przed szkodliwymi wpływami atmosferycznymi; z inicjatywy wykonawcy winna być prowadzona również weryfikacja jakości dostarczanego tworzywa — w ramach odbioru; istotne uzupełnienie reguł odnośnie do robót betonowych w obrębie placu budowy niesie prenorma ENV 13670-1 *Wykonywanie konstrukcji betonowych. Cz. 1: Uwagi ogólne*, która również w Polsce dopuszczona została do stosowania pilotażowego.

Kluczową funkcję normalizacja przypisuje ponadto tzw. nadzorcy jakości. To on na rzecz betoniarni ma realizować procedury sprawdzające poprawność toku produkcji, w tym — kontrolę zgodności produktu. Norma przewiduje również wyższą formę inspekcji procedur jakościowych — drogą certyfikacji, której jednak wytwórnice betonu mogą poddać się na zasadach dobrowolności, ewentualnie — na specjalny wniosek inwestora.

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

I właśnie każdemu z wymienionych wyżej uczestników wyznacza się konkretny zakres kompetencji, dzieląc zarazem między nich odpowiedzialność za jakość betonu [1, 4, 8].

W myśl dyrektywy Rady Unii Europejskiej nr 89/106/EWG dotyczącej materiałów budowlanych, celem zbioru norm nie jest wyłącznie doskonalenie sztuki inżynierskiej, lecz przede wszystkim udroźnienie przepływu towarów i usług w interesie inwestora czy przyszłego użytkownika budowanego obiektu. Właśnie w jego imieniu normalizacja troszczy się o trwałość betonowanych elementów [1, 5, 6, 9, 10] szacowaną na co najmniej 50 lat, precyzję ich kształtów i wymiarów, a w razie potrzeby — także o ich estetykę, szczelność oraz odporność na działanie mrozu, wzmożoną agresję chemiczną lub podwyższoną temperaturę czy inne, niekorzystne czynniki, dyktowane warunkami eksploatacji.

2. Interpretacja pojęcia „beton towarowy”

Pojęcie „betonu towarowego” sformułowano po raz pierwszy w normie budowlanej BN-78/6736-02 *Beton zwykły — beton towarowy*. Dotyczyło ono betonu wyprodukowanego w specjalistycznej wytwórni, następnie transportowanego w postaci mieszanki betonowej na odległy zazwyczaj plac budowy, celem zabetonowania elementu realizowanego obiektu budowlanego. Przy czym zakładano *a priori*, że dostawa betonu jest przedmiotem rozliczenia finansowego między producentem (sprzedającym) a odbiorcą (zamawiającym) w ramach kontraktu handlowego.

Polska wersja normy europejskiej [12] podtrzymuje termin „betonu towarowego”. Tylko jeszcze wyraźniej akcentuje jego rynkowy charakter poprzez rozróżnienie:

- betonu projektowanego, czyli betonu sporządzanego według zamówienia właściwości; w tym przypadku parametry tworzywa, takie jak: klasa wytrzymałości na ściskanie, klasa ekspozycji, wymiar największego ziarna najgrubszej frakcji kruszywa, klasa zawartości chlorków, klasa konsystencji, ewentualnie inne — konkretyzuje zamawiający, natomiast producent pod ich kątem dobiera recepturę, gwarantując jednocześnie, że nada produktowi oczekiwanych właściwości;
- betonu recepturowego, czyli betonu sporządzanego według zamówionej receptury; w tym przypadku zamawiający precyzuje skład jakościowo-ilościowy komponentów betonu, podając rodzaj i klasę wytrzymałości cementu oraz jego zawartość, wartość *w/c* lub klasę konsystencji, rodzaj i ilość asortymentu kruszywa oraz wymiar największego ziarna najgrubszej frakcji, typ i ilość domieszki lub dodatku, ewentualnie — inne wymagania techniczne co do składu, a producent jest zobligowany do zestawienia składników betonu o zapotrzebowanym składzie, bez odpowiedzialności jednak za skutek;
- normowego betonu recepturowego, którego interpretację pozostawiono indywidualnej wykładni danego kraju; w Polsce standard normowego betonu recepturowego reguluje krajowy aneks normy europejskiej [11].

Do kategorii „betonu towarowego” norma PN-EN 206-1 zalicza również:

- beton wyprodukowany w skali przemysłowej przez wykonawcę robót budowlanych poza placem budowy, lecz na jej potrzeby;
- beton wytwarzany w skali przemysłowej na placu budowy przez producenta, nie będącego jednocześnie wykonawcą robót budowlanych.

3. Rozbudowa systematyki betonu i środowisk jego aplikacji

W stosunku do dotychczasowych regulacji, pakiet normy PN-EN 206-1 i skojarzonych z nią pozostałych 27 aktów normalizacyjnych, także w randze PN-EN i ENV, wprowadza od nowa lub rozszerza:

- podział na klasy oddziaływania środowiska na beton (tab. 1); w zależności od charakteru i intensywności oddziaływania na beton, normy [11, 12] podzieliły środowisko na 7 kategorii, z rozbiciem na 21 klas ekspozycji, przypisując im wartości graniczne minimalnej zawartości cementu, maksymalnego współczynnika w/c , minimalnej klasy wytrzymałości na ściskanie oraz minimalnego napowietrzenia; posługując się skalą jonową, pH i kwasowości zdefiniowano dalej środowiska agresywne chemicznie — osobno w odniesieniu do gruntów naturalnych, osobno dla wody gruntowej; tę ważną regulację odczytuje się jako wyraz troski o trwałość konstrukcji betonowej;
- klasyfikację konsystencji mieszanki betonowej; oprócz dopuszczonych dotąd metod określania konsystencji poprzez pomiar opadu stożka oraz pomiar czasu Ve-Be norma europejska zezwala ponadto na pomiar stopnia zagęszczenia oraz pomiar rozptywu; przy czym, każdemu zakresowi pomiarowemu przypisuje się tutaj odrębną klasę konsystencji, odpowiednio: S1÷S5, V0÷V4, C0÷C3 i F1÷F6;
- klasyfikację wytrzymałości na ściskanie (tab. 2), która zastępuje poprzednią klasyfikację betonu; klasyfikacji tej dokonano wspólnie dla betonu zwykłego i ciężkiego, i niezależnie — dla betonu lekkiego; w znanej dotąd symbolice klasy — literę „B” (od „beton”) zastąpiono literą „C” (od „concrete”), natomiast towarzyszącą liczbę wyrażającą dawniej wytrzymałość gwarantowaną zastąpiono układem dwu liczb, z których pierwsza, przed ukośnikiem, odpowiada wartości wytrzymałości charakterystycznej określanej na próbkach walcowych ($f_{ck, cyl}$), zaś druga, za ukośnikiem — wartości charakterystycznej określanej na próbkach sześciennych ($f_{ck, cube}$); z uwagi na niewielką różnicę między wartościami — w praktyce przyjmuje się, że wytrzymałość charakterystyczna (N/mm^2) określana na próbkach sześciennych, rozumiana jako próg, poniżej którego może wystąpić co najwyżej 5% populacji wszystkich wyników badania danego sortymentu betonu — odpowiada wielkości dotychczasowej wytrzymałości gwarantowanej, przy czym norma nie podaje wprost poziomu ufności dla estymowanej wartości;

TABELA 1

**Klasyfikacja ekspozycji środowiska oraz odpowiadające im wartości graniczne
co do składu betonu lub jego właściwości (kompilacja w oparciu o PN-EN 206-1 i PN-B-06265)**

Klasa	Typ (źródło) zagrożenia oraz charakterystyka środowiska	Wartości graniczne				
		minimalna zawartość cementu [kg/m ³] wg		w/c max.	minimalna klasa wytrzymałości wg	
		PN-EN 206-1	PN-B-06265		PN-EN 206-1	PN-B-06265
X0	Brak zagrożenia bardzo suche (beton nie zbrojony)	–	–	–	C12/15	C8/10
XC	Karbonatyzacja					
XC1	suche lub stale mokre	260	(250/240)	0,65	C20/30	C16/20
XC2	przeważnie mokre, rzadko suche	280	(260/250)	0,60	C25/30	C16/20
XC3	umiarkowanie wilgotne	280	(260/250)	0,55	C30/37	C20/25
XC4	na przemian: suche i mokre	300	(280/270)	0,50	C30/37	C25/30
XD	Korozja chlorkowa śródlądowa					
XD1	umiarkowanie wilgotne	300	(280/270)	0,55	C30/37	–
XD2	mokre, rzadko suche	300	(280/270)	0,55	C30/37	–
XD3	na przemian: suche i mokre	320	(300/270)	0,45	C35/45	–
XS	Korozja chlorkowa morska					
XS1	owiew zasolonego powietrza, co najwyżej wilgotnego	300	(280/270)	0,50	C30/37	–
XS2	otoczenie podwodne	320	(300/270)	0,45	C35/45	–
XS3	na przemian: mokre i wilgotne	340	(310/280)	0,45	C35/45	–
XF	Strefa za- i rozmrażania					
XF1	nawilżenie średnie, bez odładzania	300	(280/270)	0,55	C30/37	–
XF2	nawilżenie średnie, z odładzaniem	300	–	0,55	C25/30	–
XF3	nawilżenie wysokie, bez odładzania	320	–	0,50	C30/37	–
XF4	nawilżenie wysokie, z odładzaniem	340	–	0,45	C30/37	–
XA	Zagrożenie agresją chemiczną					
XA1	środowisko słabo agresywne	300	(280/260)	0,55	C30/37	–
XA2	środowisko średnio agresywne	320	(300/270)	0,50	C30/37	–
XA3	środowisko silnie agresywne	360	(330/300)	0,45	C35/45	–
XM	Zagrożenie ścieraniem					
XM1	umiarkowane	–	300 (280/260)	0,55	–	C30/37
XM2	silne	–	300 (280/260)	0,55	–	C30/37
XM3	ekstremalnie silne	–	320 (300/280)	0,45	–	C35/45

Uwaga: W przypadku klas XF2, XF3 i XF4 zaleca się napowietrzać beton w ilości co najmniej 4%.

W nawiasach podano wielkości bezpiecznego obniżenia zawartości cementu ze względu na zamiennik ekwiwalentem popiołowym podczas produkcji betonu — w przypadku stosowania gatunków CEM I 32,5 i CEM II/A 32,5 przy $k = 0,2$ (przed ukośnikiem) oraz CEM I 42,5 i CEM II/A 42,5 przy $k = 0,4$ (za ukośnikiem).

TABELA 2

Normowy podział klas wytrzymałości na ściskanie

Klasyfikacja wytrzymałości					
dla betonu zwykłego i ciężkiego			dla betonu lekkiego		
Znak klasy	wytrzymałość charakterystyczna, oznaczana na próbkach:		Znak klasy	wytrzymałość charakterystyczna, oznaczana na próbkach:	
	walcowych $f_{ck, cyl}$ [N/mm ²]	sześciennej $f_{ck, cube}$ [N/mm ²]		walcowych $f_{ck, cyl}$ [N/mm ²]	sześciennej $f_{ck, cube}$ [N/mm ²]
C8/10	8	10	LC8/9	8	9
C12/15	12	15	LC12/13	12	13
C16/20	16	20	LC16/18	16	18
C20/25	20	25	LC20/22	20	22
C25/30	25	30	LC25/28	25	28
C30/37	30	37	LC30/33	30	33
C35/45	35	45	LC35/38	35	38
C40/50	40	50	LC40/44	40	44
C45/55	45	55	LC45/50	45	50
C50/60	50	60	LC50/55	50	55
C55/67	55	67	LC55/60	55	60
C60/75	60	75	LC60/66	60	66
C70/85	70	85	LC70/77	70	77
C80/95	80	95	LC80/88	80	88
C90/105	90	105			
C100/115	100	115			

Uwaga: Klasy C55/67 i LC55/60 początkują grupę betonów wysokiej wytrzymałości.

- podział rozwoju wytrzymałości na szybki, umiarkowany, wolny i bardzo wolny;
- podział betonów lekkich pod względem gęstości (kg/m³) na 6 klas — od D1,0 do D2,0;
- klasyfikację zawartości chlorków w betonie — Cl 1.0, Cl 0.4, Cl 0.2 i Cl 0.1, odniesioną do udziału jonów Cl⁻ w stosunku do masy cementu, która wskazuje na przydatność danego betonu bądź dla konstrukcji bezbrojonych, bądź — zbrojonych klasyczną siatką prętów stalowych, albo ze zbrojeniem sprężającym.

4. Dobór komponentów, zestawianie betonu i zakres jego badań

Norma PN-EN 206-1 wskazuje, jak dobierać potrzebne komponenty betonu, odwołując się często do norm podrzędnych i komplementarnych. Dopuszcza dodatkowo zagospo-

darowanie surowców z recyklingu resztek mieszanki betonowej oraz wody pozostałej z przepłukiwania instalacji produkcyjnej, betonowozów i mobilnych pomp [12, 13]. Zastrzega jedynie, aby ilość niefrakcjonowanego kruszywa z odzysku nie przekraczała 5% całkowitego wsadu kruszywowego w betonie, a woda recyklingowa dozowana była do zarobu z zachowaniem jednorodności zawiesiny. W przypadku jej gęstości powyżej 1,01 kg/l zaleca się uwzględniać osobno zawartość materiału stałego i zawartości cieczy podczas projektowania betonu.

Innowacją normalizacyjną jest alternatywa zastępstwa części cementu CEM I ekwiwalentem dodatku mineralnego typu II podczas produkcji betonu — według formuły k , zdefiniowanej jako [12]

$$\frac{\text{woda}}{\text{cement} + (k \cdot \text{dodatek})}$$

z tym, że:

- w przypadku stosowania popiołu lotnego wartość k uściślono na poziomie:
 - $k = 0,2$ — przy kombinacji z cementem CEM I 32,5,
 - $k = 0,4$ — przy kombinacji z cementem CEM I 42,5 oraz klas wyższych,pod warunkiem, że maksymalna masa popiołu lotnego w stosunku do masy cementu w zarobie nie przekroczy 0,33;
- w przypadku stosowania pyłu krzemionkowego wartość k uściślono na poziomie:
 - $k = 2,0$ — gdy współczynnik wodno-cementowy spełnia zależność $w/c \leq 0,45$,
 - $k = 2,0$ — gdy współczynnik wodno-cementowy spełnia zależność $w/c > 0,45$, z wyjątkiem klas ekspozycji XC i XF, dla których k wynosi 1,0,pod warunkiem, że maksymalna masa pyłu krzemionkowego w stosunku do masy cementu w zarobie nie przekroczy 0,11.

Podtrzymując opisaną wyżej zasadę, krajowe uzupełnienie normy europejskiej [11] rozszerza możliwość zastępstwa części wsadu cementowego ekwiwalentem popiołu lotnego lub pyłu krzemionkowego — na gatunek cementu CEM II/A, z wyjątkiem cementu portlandzkiego popiołowego CEM II/A-V oraz z wyjątkiem elementów narażonych na działanie środków odladzających, czyli podlegających klasyfikacji w obrębie XF2, XF3 i XF4. Redukcję zawartości cementu wynikającą ze stosowania formuły k ukazano w tabeli 1.

Wprowadza się pojęcie „ekwiwalentnej użyteczności betonu”, sankcjonujące własne zmiany odnośnie minimalnej zawartości cementu i maksymalnego w/c w przypadku stosowania dodatków. Znormalizowano również sposób aplikacji domieszek chemicznych.

Jeżeli producent betonu i jego nabywca nie uzgodnią inaczej, wówczas norma narzuca temperaturę mieszanki betonowej podczas dostawy na poziomie minimum + 5°C.

W ramach oceny właściwości świeżej masy betonowej — norma kładzie nacisk na oznaczanie konsystencji, zawartości cementu, stosunku w/c , zawartości powietrza oraz maksymalnego, nominalnego wymiaru ziaren kruszywa najgrubszej frakcji [7].

Gdy kontrahenci nie zdecydują wspólnie o zmianie zakresu badań, to oznaczaniu podlegają następujące właściwości betonu stwardniałego: gęstość w stanie suchym, wodoszczelność, ognioodporność (klasa EuroA), wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach ($f_{c, cube}$) lub ($f_{c, cyl}$) oraz wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach ($f_{ck, cube}$) lub ($f_{ck, cyl}$) [7].

5. Specyfikacja betonu [8, 12]

Pod pojęciem „specyfikacja” rozumie się końcowe zestawienie udokumentowanych wymagań technicznych, dotyczących składu betonu lub jego wykonania, które przedkłada się producentowi.

Opracowując takie zestawienie, specyfikator winien brać pod uwagę:

- przeznaczenie mieszanki betonowej i betonu stwardniałego;
- skuteczność zabiegów pielęgnacyjnych w konfrontacji z przewidywanymi warunkami atmosferycznymi;
- wymiary i masę konstrukcji, udział jej powierzchni swobodnych i skrepowanych oraz przenikalność cieplną otoczenia — dla potrzeb szacunku egzotermii betonu;
- prognozę oddziaływania środowiskowego na konstrukcję podczas jej eksploatacji;
- w miarę potrzeby — konieczność odsłonięcia kruszywa na powierzchni betonu lub jej obróbki maszynowej;
- wymagania odnośnie otuliny zbrojenia lub minimalnego rozstawu między prętami zbrojenia, np. w relacji do wymiaru maksymalnego, nominalnego ziarna kruszywa najgrubszej frakcji;
- ograniczenia w stosowaniu składników podatnych na zagrożenia środowiskowe.

Specyfikacja betonu projektowanego różni się w treści od specyfikacji betonu recepturowego, a obydwie zaś — od specyfikacji normowego betonu recepturowego.

6. Dostawa mieszanki betonowej [8, 12]

Norma europejska przypisuje duże znaczenie formalnej osłonie dostawy mieszanki betonowej. Zobowiązuje zarówno producenta, jak i wykonawcę robót betonowych do wzajemnej wymiany informacji oraz dokonywania uzgodnień, obejmujących harmonogram i terminarz dostaw, zawiadomienia o utrudnieniach logistycznych, dane materiałowo-technologiczne itp. Precyzuje, jakie szczegóły winien zawierać dowód dostawy betonu, z uzupełnieniem dla przypadku betonu projektowanego oraz z uzupełnieniem dla przypadku betonu recepturowego.

Warunki transportu masy betonowej uściśla regulacja okresu dostawy, podana w normie uzupełniającej [11]. Ogranicza ona czas dowozu i rozładunku betonomieszanki samochodowej do 90 min, licząc od chwili zmieszania cementu z wodą, jeżeli temperatura oto-

czenia atmosferycznego nie przekracza 20°C, a mieszanka betonowa nie zawiera domieszek chemicznych opóźniających wiązanie. Przepis ten ma zapobiegać przetrzymywaniu ciężarówek transportujących mieszankę betonową w obrębie placu budowy ze szkodą dla jakości produktu.

7. Ocena produkcji betonu i jego jakości [2, 3, 8, 12]

7.1. Kontrola produkcji

Ów nowatorski w skali polskiej normalizacji betonu system kontrolny jest narzędziem, które pozwala wytwórcy ograniczyć ryzyko obniżenia jakości, a w przypadku jej wystąpienia — udostępnia mu szybką ścieżkę identyfikacji przyczyn. System polega najogólniej na ciągłym, systematycznym monitorowaniu parametrów toku kreacji betonu, począwszy od oceny trafności koncepcji jego zestawienia, poprzez bieżącą interpretację rezultatów badania surowców, mieszanki betonowej i stwardniałego betonu, z nawiązaniem do potwierdzeń sprawności urządzeń produkcyjnych oraz poprawności zarządzania i obsługi ciągu technologicznego.

Obowiązkiem regularnego kontrolowania produkcji norma obarcza wytwórcę betonu. Aby utrzymać efektywność kontroli produkcji na odpowiednim poziomie, wymaga się, aby kierownictwo zakładu dokonywało przeglądu systemu co najmniej raz na dwa lata.

Norma PN-EN 206-1 w tablicy 20 wyszczególnia dane rejestrowane oraz inne adnotacje w dokumentach, które podlegają reżimowi zapisu.

Z kolei w rozdziale 9 normy europejskiej [12] zamieszczono tablicę 22 „Kontrola składników” (obejmującą 14 pozycji), tablicę 23 „Kontrola sprzętu” (obejmującą 11 pozycji) i tablicę 24 „Kontrola procedur i właściwości betonu” (obejmującą 16 pozycji), w których sprecyzowano wymagania co do minimalnej częstotliwości kontroli lub badania. Opis kolumn ww. tablic przedstawia zbiorczo tabela 3.

TABELA 3

Opis kolumn w tablicach 22, 23 i 24 z normy PN-EN 206-1, precyzujących przedmiot i zakres kontroli produkcji

Kontrola składników			
składnik	sprawdzanie/badanie	cel	minimalna częstotliwość
Kontrola sprzętu			
sprzęt	sprawdzanie/badanie	cel	minimalna częstotliwość
Kontrola procedur produkcji i właściwości betonu			
rodzaj badania	sprawdzanie/badanie	cel	minimalna częstotliwość

7.2. Kontrola zgodności

Kontrola zgodności jest integralną częścią systemu kontroli produkcji. Podlegają jej wyniki wytrzymałości na ściskanie i na rozciąganie przy rozłupywaniu, a także — wyniki oznaczenia konsystencji, gęstości betonu, współczynnika w/c , zawartości cementu, zawartości chlorków oraz ilości napowietrzenia. Norma [12] konsekwentnie utrzymuje podział na beton projektowany i beton recepturowy — także w odniesieniu do kontroli zgodności.

Dla potrzeb kontroli zgodności wytrzymałości betonu projektowanego ustalono zasady planu częstotliwości i ilości poboru próbek, osobno dla stadium uruchamiania produkcji danego sortymentu (tzw. produkcja początkowa, trwająca od chwili jej rozpoczęcia po moment uzyskania co najmniej 35. wyniku serii badań), osobno — dla stadium produkcji zaawansowanej (tzw. produkcja ciągła, następująca bezpośrednio po stadium rozruchu, obejmująca okres gromadzenia wyników badania, najprędzej — począwszy od momentu uzyskania 36. rezultatu danej serii).

Podano kryteria zgodności wytrzymałości (tab. 4), przy czym „Kryterium 1” dotyczy zbioru (n) niepokrywających się lub pokrywających, kolejnych wyników (f_{cm}) lub (f_{im}), natomiast „Kryterium 2” umożliwia sprawdzanie zgodności pojedynczego wyniku (f_{ci}) lub (f_{ii}). Dla każdego przypadku obydwie wymienione wyżej kryteria muszą być spełnione jednocześnie. Posługiwanie się ostatnim z przytoczonych w normie [12] „Kryterium 3” nie jest wymagane regularnie. Służy ono bowiem do potwierdzania lub negowania przynależności danego wyniku do zbioru tzw. rodziny betonów, którym to zbiorem producent może operować w ramach kontroli zgodności lub też i nie — według własnego uznania.

TABELA 4

Kryteria zgodności dla wytrzymałości [12]

Faza produkcji	Liczba n wyników badania	Wytrzymałość na ściskanie [N/mm ²]		Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu [N/mm ²]	
		Kryterium 1 (średnia z n wyników f_{cm})	Kryterium 2 (dowolny, pojedynczy wynik f_{ci})	Kryterium 1 (średnia z n wyników f_{im})	Kryterium 2 (dowolny, pojedynczy wynik f_{ii})
Początkowa	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Ciągła	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$	$\geq f_{tk} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{tk} - 0,5$

Norma PN-EN 206-1 mówi dalej, jak wyprzedzająco szacować wartość tymczasową odchylenia standardowego (σ), wykorzystując minimum 35 wyników serii badań wstępnych, potwierdzających skuteczność danej receptury — z okresu poprzedzającego produkcję.

Weryfikację przeprowadzić tutaj można dwoma, alternatywnymi metodami:

- poprzez sprawdzenie zgodności odchylenia standardowego ostatnich 15 wyników (s_{15}) w nierówności

$$0,63 \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma;$$

- poprzez przyjęcie nowej wartości (σ), szacowanej dla produkcji ciągłej, pod warunkiem wszak, że czułość szacowania będzie nie gorsza niż w przypadku metody pierwszej.

Według normy europejskiej zgodność parametrów innych niż wytrzymałość zachodzi wówczas, gdy równocześnie potwierdzi się, że:

- liczba wyników badań sięgających poza wartości graniczne, granice klas lub tolerancje założonej wartości nie jest większa niż tzw. liczba kwalifikująca (tab. 17 i 18 [12]);
- wszystkie, pojedyncze wyniki badania zawierają się w granicach maksymalnych odchyień, dopuszczonych normą (tab. 19a i 19b [12]).

W przypadku betonu recepturowego ocenia się zgodność każdego zarobu pod względem zawartości cementu, maksymalnego nominalnego wymiaru ziarna najgrubszej frakcji kruszywa oraz kompletu jego uziarnienia, współczynnika w/c (z dokładnością $\pm 0,04$) oraz ilości domieszek i dodatków.

LITERATURA

- [1] *Czarnecki L. i in.*: Beton według normy PN-EN 206-1 — komentarz. Kraków, Polski Komitet Normalizacyjny i Polski Cement Sp. z o.o., 2004
- [2] *Kohutek Z.*: Kontrola produkcji betonu zgodnie z europejską normą EN 206-1. Materiały Budowlane, 7(371), 2003, 28–33(51)
- [3] *Kohutek Z.*: Ocena zgodności właściwości betonu oraz kontrola jego wytwarzania w świetle europejskiej normy EN 206-1. Cz. 1. Kontrola zgodności. Cement — Wapno — Beton, r. VII/LXIX, 1, 2002, 28–32
- [4] *Kohutek Z.*: Podział kompetencji i odpowiedzialności za jakość betonu towarowego — w świetle norm europejskich. V Sympozjum Naukowo-Techniczne „Reologia w technologii betonu”, Gliwice 11.06.2003, Wyd.: Górażdże Cement S.A. i Katedra Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej, 31–46
- [5] *Kon E.*: Jakość i trwałość betonu według EN 206-1. Konferencja „Beton na progu nowego milenium”, Kraków 9–10.10.2001, Wyd.: Polski Cement Sp. z o.o., 41–53
- [6] *Mierzwa J.*: Nowa norma dla betonu. Budownictwo — Technologie — Architektura, 1(21), 2003, 46–49
- [7] *Moczko A.*: Badanie mieszanki betonowej i stwardniałego betonu w świetle unormowań europejskich. II Konferencja „Dni Betonu”, Wisła 11–13.10.2004, Polski Cement Sp. z o.o., 1065–1079
- [8] *Szewczyk K.*: Beton towarowy — definicja, specyfikacja, dostawa, kontrola produkcji w świetle normy PN-EN 206-1:2003. Budownictwo — Technologie — Architektura, 3(27), 2004, 30–33
- [9] *Śliwiński J.*: Podstawowe właściwości betonu i jego trwałość. Sympozjum Naukowo-Techniczne „Trwałość betonu i jej uwarunkowania technologiczne, materiałowe i środowiskowe”. Wyd.: Górażdże Cement S.A. i Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Politechniki Krakowskiej, Kraków, 20.04.2004, 41–51
- [10] *Werkowski A., Kohutek Z.*: Myśl europejska w normalizacji betonu towarowego. Materiały Budowlane, 5(381), 2004, 2–5
- [11] PN-B-06265:2004: Krajowe uzupełnienie normy PN-EN 206-1...
- [12] PN-EN 206-1:2003: Beton. Cz.1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [13] PN-EN 1008:2004: Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu