

# OCENA BETONU

Część 2.

## wg znowelizowanej normy

dr inż. Grzegorz Bajorek  
Politechnika Rzeszowska

mgr inż. Marta Kiernia-Hnat  
Centrum Technologiczne Budownictwa przy Politechnice Rzeszowskiej

W niniejszym artykule przedstawiono zmiany wprowadzone do normy PN-EN 206 (1) w stosunku do jej poprzedniczki z 2003 roku, skupiając się w szczególności na kontroli właściwości betonu podczas dostawy, realizowanej zarówno przez producenta betonu (ocena zgodności), jak i wykonawcę robót (ocena identyczności), tak by zostały zrealizowane wymagania ustalone przez specyfikującego na podstawie zasad przyjętych w Eurokodzie 2 (6).

Pomimo tego, że norma PN-EN 206-1:2003 [2] nadal potocznie nazywana jest „nową” normą dla betonu i jest jeszcze wielu producentów, którzy, produkując beton, odnoszą się do „starej” normy PN-B-06250:1988 [19], 28 kwietnia 2014 roku wprowadzona została nowsza jej wersja PN-EN 206:2014-04 „Beton – Wymagania, właściwości produkcyjne i zgodność”. Z kolei 13 grudnia 2016 roku po lekkiej kosmetyce związanej z poprawką zatwierdzono PN-EN 206+A1:2016-12 [1] i niedługo czeka nas też wprowadzenie jej w wersji polskiej. Wraz z tymi korektami zarówno producenci, jak i odbiorcy betonu otrzymują nowy zestaw wymagań oraz narzędzi kontroli.

### Ocena zgodności właściwości mieszanki betonowej i właściwości betonu innych niż wytrzymałość

Podejście normy PN-EN 206 [1] do kontroli zgodności właściwości betonu innych niż wytrzymałość rozróżnia dwa przypadki (dwie grupy właściwości).

- GRUPA 1: kontrola zgodności właściwości dotyczących mieszanki betonowej (zgodnie z tabelą 10.), tj.: konsystencji, lepkości, przepływalności, odporności na segregację, zawartości powietrza, jednorodności rozproszenia włókien w mieszance betonowej, jeśli są dodawane do betoniarki samochodowej.
- GRUPA 2: kontrola zgodności właściwości pozostałych (zgodnie z tabelą 11.), tj.: zawartości włókien stalowych w mieszance betonowej, zawartości włókien polimerowych w mieszance betonowej, gęstości betonu ciężkiego, gęstości betonu lekkiego, maksymalnego współczynnika woda/cement, lub maksymalnego współczynnika woda/(cement + dodatek), lub maksymalnego współczynnika woda/(cement

+ k x dodatek), minimalnej zawartości cementu, lub minimalnej zawartości (cement + dodatek), lub minimalnej zawartości (cement + k x dodatek).

Ocenę zgodności pozostałych właściwości betonu przeprowadza się tylko wtedy, gdy zostały wyspecyfikowane – czyli określone przez projektanta konstrukcji lub zamawiającego.

Szczegółnej znajomości wymagają zasady oceny zgodności dotyczące właściwości mieszanki w zakresie jej konsystencji i jednorodności, a także zawartości po-

wietrza w mieszance betonowej. Ponieważ czas trwania i możliwość ewentualnej korekty tych właściwości jest stosunkowo krótki, często dochodzi do konfliktu pomiędzy dostawcą a odbiorcą betonu. Kończy się to nieuzasadnionym „wyrzuceniem gruszki” z budowy, gdyż odbiorcy zapominają o tym, że wartości charakteryzujące daną cechę posiadają jeszcze normowe tolerancje lub odchyłki.

Zwrócić też w tym miejscu trzeba uwagę, że znowelizowana wersja normy PN-EN 206 [1] wprowadza istotną zmianę podejścia do

Tabela 10. Ocena zgodności w miejscu dostawy dotycząca klas konsystencji, właściwości SCC, zawartości powietrza i jednorodności rozmieszczenia włókien w mieszance betonowej [1]

Właściwość	Metoda badania lub metoda oznaczania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Maksymalna dopuszczalna odchyłka <sup>a)</sup> pojedynczych wyników badania w miejscu dostawy od wartości granicznych lub w przypadku konsystencji granic wyspecyfikowanej klasy	
			dolna granica	górna granica
Wygląd	Na podstawie oceny wizualnej porównanie wyglądu mieszanki betonowej z jej normalnym wyglądem	Każdy zarób; dla dostaw samochodowych każdy ładunek	-	-
Opad stożka	EN 12350-2	i) częstotliwość jak podano w tabeli 7. w odniesieniu do wytrzymałości na ściskanie ii) przy badaniu zawartości powietrza iii) w przypadku wątpliwości przy ocenie wizualnej	-10 mm	+10 mm
Stopień zagęszczalności	EN 12350-4		-20 mm <sup>b)</sup>	+20 mm <sup>b)</sup>
Rozpływ	EN 12350-5		-0,03	+0,03
Rozpływ stożka	EN 12350-8		-0,04 <sup>b)</sup>	+0,04 <sup>b)</sup>
Lepkość	EN 12350-8, lub EN 12350-9	Jeśli są wyspecyfikowane	-10 mm	+10 mm
Przepływalność	EN 12350-10, lub EN 12350-12		-20 mm <sup>b)</sup>	+20 mm <sup>b)</sup>
Odporność na segregację	EN 12350-11		Nie dopuszcza się odchyłek	Nie dopuszcza się odchyłek
Zawartość powietrza w napowietrzanej mieszance betonowej <sup>c)</sup>	EN 12350-7 w przypadku betonu zwykłego i ciężkiego oraz ASTM C 173 w przypadku betonu lekkiego	1 próbka / dzień produkcji <sup>d)</sup>	-0,5% objętościowo	+5,0% objętościowo
Jednorodność rozproszenia włókien w mieszance betonowej, gdy włókna są dodawane do betoniarki samochodowej	EN 206+A1:2016-12 Załącznik „B” p. B.5	Częstotliwość <sup>e)</sup> jak podano w tabeli 7. w odniesieniu do wytrzymałości na ściskanie	EN 206+A1:2016-12 Załącznik „B” p. B.5	

a) Przy braku górnej lub dolnej granicy w odpowiednich klasach konsystencji odchyłek nie stosuje się

b) Dotyczy wyłącznie konsystencji badanej na początku rozładunku betoniarki samochodowej lub urządzenia mieszającego

c) Z wyjątkiem przypadków, gdy przepisy obowiązujące w miejscu stosowania betonu wymagają wyższych minimalnych częstotliwości badań

d) Właściwość wymagana w celu zapewnienia mrozoodporności

Tabela 11. Kryteria zgodności dotyczące zawartości włókien, gęstości, maksymalnego współczynnika woda/cement i minimalnej zawartości cementu [1]

Właściwość	Metoda badania lub metoda oznaczania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalna dopuszczalna odchyłka pojedynczych wyników badania od wartości granicznych, tolerancji wartości założonej lub granic wyspecyfikowanej klasy	
				dolna granica	górną granicą
Zawartość włókien stalowych w mieszancie betonowej	EN 206 c)	1 oznaczenie na dzień	Patr: tabela 13.	-5% masowo	Brak granicy a)
Zawartość włókien polimerowych w mieszancie betonowej	EN 206 c)	1 oznaczenie na dzień	Patr: tabela 13.	-5% masowo	Brak granicy a)
Gęstość betonu ciężkiego	EN 12390-7	jak w tabeli 7 w odniesieniu do wytrzymałości na ściskanie	Patr: tabela 13.	-30 kg/m <sup>3</sup>	Brak granicy a)
Gęstość betonu lekkiego	EN 12390-7	jak w tabeli 7 w odniesieniu do wytrzymałości na ściskanie	Patr: tabela 13.	-30 kg/m <sup>3</sup>	+30 kg/m <sup>3</sup>
Maksymalny współczynnik woda/cement, lub maksymalny współczynnik woda/(cement + dodatek) b), lub maksymalny współczynnik woda/(cement + k x dodatek) b)	EN 206 Patr 7.2.2.3.3	1 oznaczenie na dzień	Patr: tabela 13.	Brak granicy a)	+0,02
Minimalna zawartość cementu lub minimalna zawartość (cement + dodatek) b), lub minimalna zawartość (cement + k x dodatek) b)	EN 206 Patr 7.2.2.3.3	1 oznaczenie na dzień	Patr: tabela 13.	-10 kg/m <sup>3</sup>	Brak granicy a)

a) Chyba że granice są określone w specyfikacji, b) Zależnie od zastosowanej koncepcji dodatku

c) Oznaczenie zawartości włókien w mieszancie betonowej należy określić albo na podstawie wydruku z przyrządu rejestrującego skład betonu, albo, w przypadku niestosowania takiego sprzętu, na podstawie zapisu z produkcji w powiązaniu z instrukcją dozowania

Tabela 12. Kryteria zgodności dotyczące założonych wartości a) konsystencji i lepkości [1]

Opad stożka			
Wartość założona [mm]	≤ 40	50 do 90	≥ 100
Tolerancja [mm]	± 10	± 20	± 30
Stożek rozprysku			
Wartość założona	≥ 1,26	1,25 do 1,11	≤ 1,10
Tolerancja	± 0,13	± 0,11	± 0,08
Średnica rozprysku			
Wartość założona [s]	Wszystkie wartości		
Tolerancja [mm]	± 40		
Średnica rozprysku stożka SCC			
Wartość założona [mm]	Wszystkie wartości		
Tolerancja [mm]	± 50		
Lepkość – czas rozprysku stożka mieszanki betonowej SCC – t <sub>500</sub>			
Wartość założona [s]	Wszystkie wartości		
Tolerancja [s]	± 1		
Lepkość – czas wypływu mieszanki betonowej SCC z V-lejka – t <sub>v</sub>			
Wartość założona [s]	< 9	≥ 9	
Tolerancja [s]	± 3	± 5	

a) Wartości te stosuje się z wyjątkiem przypadków, gdy w Załączniku D normy PN-EN 206 dotyczącym dodatkowych wymagań dla betonu do specjalnych robót geotechnicznych lub w przepisach obowiązujących w miejscu stosowania betonu podano wartości alternatywne

Tabela 13. Liczby kwalifikujące dotyczące kryteriów zgodności podanych w tabeli 11.

AQL = 4 %			
1 do 12	0	13 do 19	1
20 do 31	2	32 do 39	3
40 do 49	4	50 do 64	5
65 do 79	6	80 do 94	7
95 do 100	8		

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

oceny zgodności właściwości mieszanki betonowej. Odstąpiono dla nich od interpretacji oceny zgodności według metody alternatywnej przy akceptowalnym poziomie jakości AQL = 15%. Procedura dzięki temu stała się prostsza, bo nie trzeba zliczać wyników spo-

za określonych wartości granicznych, granic klas lub tolerancji dla założonej wartości (a mieszających się w granicach maksymalnych dopuszczalnych odchyłek) i porównywać ich z liczbą kwalifikującą. Rozstrzygnięcie zgodności, bądź jej braku, przy badaniu jest natychmiastowe, gdyż dyskwalifikacja dostawy następuje dopiero wtedy, gdy przekroczone są wartości powiększone o maksymalne dopuszczalne odchylenia.

Ocenę zgodności właściwości mieszanki betonowej przeprowadza się, odnosząc się do kryteriów zgodności przedstawionych w tabeli 10., dla poszczególnych ładunków betonu, a stwierdzenie zgodności lub niezgodności następuje natychmiast po wykonaniu badania. Zwrócić tutaj należy uwagę na fakt, że w stosunku do wymagań poprzedniej wersji normy [2] norma PN-EN 206 [1] zaostrza kryteria akceptowalności (zmniejsza górną granicę dopuszczalnej odchyłki dla metody opadu stożka o 10 mm, zarówno przy normalnym pobraniu próbki mieszanki betonowej, jak i w przypadku próbki pobranej na początku rozładunku betoniarki samochodowej).

Ocenę zgodności pozostałych właściwości należy przeprowadzić zgodnie z kryteriami określonymi w tabeli 12. Okres oceny nie powinien przekraczać 6 miesięcy, co oznacza, że w przypadku ciągłej produkcji najpóźniej po 6 miesiącach należy rozpocząć nowy okres oceny.

Próbki do badań wybierane mają być losowo, a próbki mieszanki betonowej należy pobierać zgodnie z PN-EN 12350-1 [8] dla każdej receptury lub rodziny betonów produkowanych w warunkach, które można uznać za jednorodne.

Minimalną liczbę próbek oraz metody badania określono w tabelach 10. i 11., przy czym minimalna ilość próbek przy ocenie zgodności gęstości betonu ciężkiego i lekkiego oraz ocenie zgodności konsystencji musi być zgodna z wartościami podanymi w tabeli 7.

Zgodność z wymaganą właściwością jest potwierdzona, gdy:

- wszystkie pojedyncze wyniki badania zawierają się w granicach maksymalnych dopuszczalnych odchyłek podanych w tabelach 10. lub 11. Jeśli konsystencja i lepkość betonu samozagęszczalnego SCC (wyrażona czasem rozprysku mieszanki betonowej do średnicy 500 mm lub czasem wypływu mieszanki betonowej z V-lejka wyspecyfikowane są jako założone wartości, a nie klasy, wszystkie pojedyncze wyniki badania muszą zawierać się w tolerancjach dla wartości założonych określonych w tabeli 11. oraz
- dotąd, w przypadku właściwości objętych tabelą 11., liczba wyników badań spoza określonych wartości granicznych lub granic klas, lub tolerancji dla założonej wartości podanych w tabeli 10., nie jest większa niż liczba kwalifikująca w tabeli 13. ustalona dla akceptowalnego poziomu jakości AQL = 4%. Zgodność betonu w zakresie tych właściwości określa się przez zliczenie liczby wyników, które leżą poza określonymi wartościami granicznymi lub granicami klas, lub tolerancjami dla założonej wartości, uzyskanych w okresie oceny, który nie może przekroczyć 6 miesięcy.

## Literatura

- [1] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [2] PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [3] Praca zbiorowa, Podręcznik SPBT do znowelizowanej normy PN-EN 206:2014-04, SPBT, Kraków 2014.
- [4] BAJOREK G., KIERNIA-HNAT M., Ocena zgodności betonu metodą kart kontrolnych wg PN-EN 206:2014-04. „Budownictwo Technologie Architektura” 4/2014.
- [5] BAJOREK G., KIERNIA-HNAT M., Ocena identyczności – skuteczne (ale jedyne!) narzędzie kontroli betonu dla odbiorcy (wykonawcy robót, nadzoru) według PN-EN 206-1. „Budownictwo Technologie Architektura” 1/2013.
- [6] PN-EN 1992-1-1: Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [7] PN-EN 206-9:2010 Beton – Część 9: Dodatkowe zasady dotyczące betonu samozagęszczalnego (SCC).
- [8] PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.
- [9] PN-EN 12390-2 Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka.
- [10] PN-EN 12390-3 Badania mieszanki betonowej. Część 3: Badanie konsystencji metodą Vebe.
- [11] PN-EN 14721 Metoda badania betonu zbrojonego włóknem stalowym. Pomiary zawartości zbrojenia w świeżym i stwardniałym betonie.
- [12] PN-EN 14488-7 Badanie betonu natryskowego. Część 7: Zawartość włókien w betonie zbrojonym włóknami.
- [13] EN 1536 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone.
- [14] EN 1538 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Ściany szczelinowe.
- [15] EN 12699 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
- [16] EN 14199 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Mikropale.
- [17] Gibb I., Harrison T.: Use of control charts in the production of concrete, ERMCO 2010.
- [18] prPN-B 06265:2017 „Krajowe uzupełnienie PN-EN 206”.
- [19] PN-B 06250:1988 Beton zwykły.