

# Dodatki w betonie wg PN-EN 206+A1:2016-12 oraz PN-B-06265:2018-10 – wartości graniczne zawartości cementu przy wykorzystaniu koncepcji współczynnika $k$

## 1. Wprowadzenie

Producent jakiegokolwiek wyrobu budowlanego wystawiając deklarację właściwości użytkowych poświadczając jednocześnie, że został on wytworzony zgodnie z zasadami opisanymi w aktualnej normie. Z uwagi na fakt, że beton także został uznany jako wyrób budowlany [1], aktualnymi dla niego normami jest pakiet składający się z normy europejskiej PN-EN 206+A1:2016-12 [2] oraz z jej krajowego uzupełnienia, czyli PN-B-06265:2018-10 [3], skorygowanego poprawką PN-B-06265:2018-10/AP1:2019-05 [4].

W dokumentach tych określono także wymagania dotyczące dodatków do betonu.

Dopóki w dyspozycji jedyną normą aktualną była norma PN-EN 206 [2], zasady stosowania do-

datków były dość klarowne, ale po pojawieniu się w październiku 2018 r. krajowego uzupełnienia [3], w którym zostały one nieco doprecyzowane i rozszerzone, dla wielu użytkowników normy wprowadziło pozorne sprzeczności i możliwości różnej interpretacji.

Chodzi tutaj przede wszystkim o tablicę F.1 w krajowym uzupełnieniu [3] (tab. 1), w której wprowadzono w odniesieniu do oryginału w PN-EN 206 [2] dodatkowy wiersz wyrażający minimalną zawartość cementu CEM I lub CEM II/A, przy stosowaniu dodatku mineralnego.

W pewnych przypadkach zawarte w tym wierszu wartości minimalne są większe niż możliwa do wyliczenia ilość cementu skorygowana według

Tablica 1. Zalecane wartości graniczne dotyczące składu oraz właściwości betonu – tablica F.1 z normy PN-B-06265 [3]

	Klasy ekspozycji																					
	Brak zagrożenia korozją lub agresją	Korozja spowodowana karbonatyzacją					Korozja spowodowana chlorkami						Agresja spowodowana zamrażaniem/rozmarzaniem				Środowiska agresywne chemicznie			Agresja wywołana ścieraniem		
							Woda morską			Chlorki niepocho- dzące z wody morskiej												
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3	
Maksymalne $w/c^a)$	-	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minimalna klasa wytrzymałości	C8/10	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	
Minimalna zawartość cementu <sup>a)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	280	300	300	320	340	300	320	320	300	300	320	340	300	320	360	300	300	320	
Minimalna zawartość CEM I lub CEM II/A przy stosowaniu dodatku mineralnego (kg/m <sup>3</sup> )	-	250	260	260	280	280	300	310	280	300	300	280	b)	b)	b)	280	300	330	280	280	300	
Minimalna zawartość powietrza (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	c)	c)	cd)	-	-	-	-	-	-	
Inne wymagania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F2 <sup>d)</sup>	F1 <sup>d)</sup>	F1 <sup>d)</sup>	FNaCl 6 <sup>e)</sup>	-	Cement odporny na siarczany <sup>e)</sup>			M <sub>DE</sub> wartość deklarowana <sup>f)</sup> - dla 2/8 M <sub>DE</sub> ≤ 25 - dla 8/16 M <sub>DE</sub> ≤ 20 <sup>g)</sup> - dla 2/8 M <sub>DE</sub> ≤ 20 - dla 8/16 M <sub>DE</sub> ≤ 15 <sup>g)</sup>		
■ - wartości zmienione względem PN-EN 206+A1:2016-12																						

a) W przypadku stosowania koncepcji współczynnika  $k$  maksymalny współczynnik  $w/c$  oraz minimalną zawartość cementu modyfikuje się zgodnie z EN 206 p.5.2.5.2.  
b) Dopuszcza się stosowanie dodatków typu II do produkcji betonu, lecz nie jako ekwiwalent dla minimalnej ilości cementu.  
c) Zawartość objętościowa powietrza w mieszance betonowej przed jej wbudowaniem zależy od maksymalnego wymiaru ziaren zastosowanego kruszywa i powinna wynosić dla kruszywa: do 8 mm  $\geq 5,5\%$ ; do 16 mm  $\geq 4,5\%$ ; do 32 mm  $\geq 4,0\%$ ; do 64 mm  $\geq 3,5\%$ .  
d) Beton o konsystencji VO ( $\geq 31$  s) oznaczony wg PN-EN 12350-3 i  $w/c \leq 0,4$  może być produkowany bez dodatkowego napowietrzenia.  
e) W przypadku, gdy zawartość siarczanów (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) w środowisku pracy betonu wskazuje na klasy ekspozycji XA2 lub XA3, należy zastosować cement odporny na siarczany (SR) zgodny z EN 197-1 lub cement odporny na siarczany (HSR) zgodny z normą PN-B 19707.  
f) Kruszywo o mrozoodporności odpowiadającej kategorii (F) wg EN 12620.  
g) Kruszywo o współczynniku ścieralności micro-Devala odpowiadającej kategorii (MDE) wg EN 12620.  
h) Wymagana właściwa pielęgnacja i obróbka powierzchni.  
i) Kruszywo o mrozoodporności w roztworze NaCl (FNaCl) odpowiadającej wartości deklarowanej, określonej na podstawie badania wg EN 1367-6.

przypisu „a” pod tablicą F.1, który brzmi: „w przypadku stosowania koncepcji współczynnika k, maksymalny współczynnik w/c oraz minimalną zawartość cementu modyfikuje się zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12 p. 5.2.5.2”. Dotyczy to sytuacji, kiedy w projektowanej recepturze zastosowano pierwotnie ilość cementu bliską minimalnej wartości granicznej określonej w wierszu zatytułowanym „minimalna zawartość cementu”. Wtedy, stosując koncepcję współczynnika k, na przykład dla popiołu lotnego, dla którego masa popiołu uwzględnionego w zastępowaniu cementu CEM I może stanowić nawet 33% masy cementu, a współczynnik „zastąpienia” cement/popiół (k) przyjmuje się równy 0,4, uzyska się ilości mniejsze niż ustalone w wierszu zatytułowanym „minimalna zawartość cementu CEM I lub CEM II/A, przy stosowaniu dodatku mineralnego”. W efekcie można by uznać to jako błąd i sprzeczność między zapisami dwóch norm stanowiących pakiet do łącznego stosowania. Ale takie rozumowanie jest błędne, bo krajowe uzupełnienie [3] doprecyzowuje te zasady w myśl wielokrotnie używanego sformułowania w normie brzmiącego „w miejscu stosowania”, czyli w przypadku normy PN-EN oraz PN-B – na terenie Polski.

Celem wprowadzenia dodatkowych ograniczeń minimalnych ilości cementu CEM I i CEM II/A przy stosowaniu dodatków mineralnych jest zapewnienie, biorąc pod uwagę specyfikę materiałową i klimatyczną Polski, wystarczających ilości spoiwa umożliwiającego uzyskanie prognozowanej trwałości konstrukcji. Chodzi tutaj w szczególności o wytworzenie w procesach chemicznych hydratacji takiej ilości wodorotlenku wapniowego, która zapewni ochronę wbudowanej w betonie stali zbrojeniowej, a jego ilość wynika wprost z ilości klinkieru portlandzkiego stanowiącego główny i dominujący składnik w cementach CEM I i CEM II/A. Tak więc wprowadzone w krajowym uzupełnieniu PN-B-06265 [3] w tablicy F.1 wymogi minimalnej ilości cementu przy stosowaniu dodatków mineralnych należy traktować jako obligatoryjne do stosowania.

## 2. Przykład możliwości modyfikacji składu betonu popiołem lotnym FA dla koncepcji współczynnika k

Aby lepiej zrozumieć ograniczenia związane ze stosowaniem koncepcji współczynnika k, najlepiej prześledzić je na przykładzie rachunkowym.

Na początku rozważamy sytuację formalną taką, gdy dysponujemy normą PN-EN 206 [2], ale nie ma jeszcze krajowego uzupełnienia PN-B-06265 [3], czyli przed październikiem 2018 r.

Do analizy przyjmujemy następującą recepturę betonu:

- beton w klasie ekspozycji XC4
- zastosowany cement CEM I (zgodny z PN-EN 197-1 [5])
- zastosowana ilość cementu – 300 kg/m<sup>3</sup> (czyli minimalna wymagana w tablicy F.1 normy PN-EN 206 [2] dla klasy ekspozycji XC4)
- proponowany do zastosowania dodatek – popiół lotny kategorii „A” (zgodny z PN-EN 450 [6])

wtedy maksymalna ilość popiołu lotnego FA, która może być uwzględniona przy:

- zastąpieniu terminu „współczynnik woda/cement” terminem „woda/(cement + k x dodatek) – w tym przykładzie w/c ≤ 0,50

- spełnieniu warunku, że „ilość (cement + k x dodatek)” nie powinna być mniejsza niż minimalna zawartość cementu konieczna ze względu na wymaganą klasę ekspozycji XC4 (a określona w tablicy F.1 normy PN-EN 206 [2])

powinna spełnić (tab. 2) następujące warunki:

$$FA = 0,33 C \quad (1)$$

oraz

$$C + \Delta C = C + k \times FA = C + 0,4 \times FA = 300 \text{ kg} \quad (2)$$

gdzie:

C – ilość cementu po modyfikacji receptury

$\Delta C$  – ilość cementu, o którą może być zmniejszona ilość cementu z receptury przed modyfikacją

FA – ilość popiołu lotnego uwzględniana w składzie betonu jako zastępująca cement

k – przyjęto wartość 0,4 na podstawie p.5.2.5.2.2 normy PN-EN 206 [2].

Po rozwiązaniu tego układu równań (1) i (2) otrzymujemy, że maksymalna ilość cementu  $\Delta C$ , która może być zastąpiona popiołem lotnym FA to 35 kg, albo mówiąc odwrotnie, przewidywana pierwotnie ilość cementu równa 300 kg, może być zredukowana maksymalnie do 265 kg.

Odpowiadająca tej wartości ilość popiołu lotnego FA, którą można uwzględnić w zastępowaniu cementu to:  $35 \text{ kg} / 0,4 = 87,5 \text{ kg}$ . Oczywiście można dodać do betonu więcej popiołu niż te wyliczone 87,5 kg, na przykład w celu poprawy właściwości reologicznych mieszanki betonowej, ale tej nadwyżki nie można uwzględnić jako zastępującej cement. Traktowana jest wyłącznie jako wypełniacz (jak kruszywo).

Uwzględniając wyłącznie zapisy normy PN-EN 206 [2] i zawartą w niej tablicę F.1 (jeszcze przed modyfikacją tablicy w normie PN-B-06265 [3]) można ostatecznie zmodyfikować rozważaną recepturę poprzez dodatek popiołu lotnego FA w ilości 87,5 kg, który zastępuje 35 kg cementu. Używając ostatecznie 265 kg cementu, pozostajemy w zgodzie z ograniczeniem normowym ustalonym na podstawie przypisu „c” tablicy F.1, który pozwala „w przypadku stosowania koncepcji współczynnika k na modyfikację maksymalnego współczynnika w/c oraz minimalnej zawartości cementu zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12 p. 5.2.5.2” – w analizowanym przykładzie wyliczona ilość cementu 265 kg (na podstawie rozwiązanej układu równań (1) i (2)) jest jednocześnie minimalną zawartością cementu wyliczoną na podstawie przypisu „c” tablicy F.1.

Sytuacja się zmieniła po wprowadzeniu krajowego uzupełnienia PN-B-06265 [3], gdzie w tablicy F.1, w dodatkowym wierszu wprowadzono ograniczenie minimalnej zawartości cementu CEM I lub CEM II/A, przy stosowaniu dodatku mineralnego. Dla występującej w analizowanym przykładzie klasy ekspozycji XC4 wprowadzono wymóg minimalnej zawartości 280 kg cementu CEM I lub CEM II/A. Jak widać, wartość ta jest większa niż wyliczona na podstawie przypisu „c” w tablicy F.1 normy PN-EN 206 [2], czyli 265 kg. Ponieważ załącznik krajowy powstaje na podstawie doświadczeń krajowych, a w tym przypadku chodzi o zapewnienie wymaganej trwałości konstrukcji, zalecana w nim wartość minimalna zawartości cementu 280 kg staje się obligatoryjna.

Skoro tak, to konieczne jest przeliczenie receptury

do nowych wymogów, według których popiołem można zastąpić tylko cement w ilości:

$$\Delta C = 300 \text{ kg} - C_{\text{min}} = 300 - 280 = 20 \text{ kg}$$

Przy tej ilości zastępowanego cementu potrzebne jest  $\Delta C/k = 20/0,4 = 50 \text{ kg}$  popiołu.

Po co zatem w przywołanej tablicy F.1 w normie PN-B-06265 [3] zamieszczono przypis „a” o identycznej treści jak przypis „c” w tablicy F.1 w normie PN-EN 206 [2], który zaleca: „w przypadku stosowania koncepcji współczynnika k, maksymalny współczynnik w/c oraz minimalną zawartość cementu modyfikuje się zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12 p. 5.2.5.2”?

Otóż jest on oczywiście potrzebny, a stosowany w przypadku modyfikacji receptury zawierającej dużo większe ilości cementu niż zalecana normą PN-EN 206 [2] wartość minimalna. Po wstawieniu do układu równań (1) i (2) minimalnej zawartości cementu w recepturze po modyfikacji, równej 280 kg, otrzymujemy ilość cementu w recepturze niemodyfikowanej równą 317 kg, powyżej której można w pełni wykorzystywać zalecenie wyrażone w przypisie „a” tablicy F.1. Tak wyliczona wartość dotyczy zamiany cementu CEM I na popiół lotny. W przypadku stosowania cementu CEM II/A, dla którego wymaga się, by maksymalna uwzględniana ilość popiołu spełniała warunek „popiół lotny/cement  $\leq 0,25$ ” (tab. 2), zawartość cementu CEM II/A wynosząca 308 kg lub więcej, upoważnia do pełnego wykorzystania zalecenia zawartego w przypisie „a” tablicy F.1.

Zakładając na przykład, że w recepturze pierwotnej jest 360 kg cementu CEM I, to wtedy, wykorzystując zalecenia przypisu „a” tablicy F.1, można zredukować ilość cementu maksymalnie o  $\Delta C = 42 \text{ kg}$ , czyli do wartości 318 kg, a to jest ilość większa od 280 kg, czyli od zalecanej zawartości minimalnej cementu CEM I w PN-B-06265 [3] w przypadku stosowania dodatku mineralnego. Odpowiadająca tej zredukowanej ilości cementu ilość popiołu, która może być uwzględniona jako zamiennik cementu, wynosi  $FA = \Delta C/k = 42/0,4 = 105 \text{ kg}$ .

### 3. Przykład możliwości modyfikacji składu betonu pyłem krzemionkowym MS oraz mielonym granulowanym żużlem wielkopieczowym GGBS dla koncepcji współczynnika k

Zgodnie z normą PN-EN 206 [2] można stosować koncepcję współczynnika k dla popiołu lotnego, ale także dla pyłu krzemionkowego lub mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego. Wprawdzie modyfikacja składu betonu przy ich użyciu w polskiej rzeczywistości jest rzadko stosowana,

ale dla dopełnienia wiedzy o ustalonych w normie ograniczeniach (tab. 2) warto je prześledzić na przykładzie rachunkowym. Do analizy przyjęto te same założenia dla receptury, które użyto w przykładzie dotyczącym użycia popiołu (rozdz. 2), choć z punktu widzenia zarówno technologicznego, jak i ekonomicznego mogą budzić pewne zastrzeżenia, ale bardzo dobitnie pokazują mechanizm stosowania wymogów normowych.

W przypadku stosowania pyłu krzemionkowego MS w analizowanej recepturze, po podstawieniu w równaniu (4) za C wymaganą ilość minimalną cementu CEM I lub CEM II/A określoną w tablicy F.1 normy PN-B-06265 [3], czyli 280 kg, oraz wykorzystując warunek (3), można wyliczyć początkową ilość cementu w recepturze, dla której w pełni można wykorzystać „zasadę modyfikacji zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12 p. 5.2.5.2”.

$$MS = 0,11 C \quad (3)$$

oraz

$$C + \Delta C = C + k \times MS = C + 2,0 \times MS = C_p \quad (4)$$

gdzie:

C – ilość cementu po modyfikacji receptury

$C_p$  – ilość cementu przed modyfikacją receptury

$$(C_p = C + \Delta C)$$

$\Delta C$  – ilość cementu, o którą może być zmniejszona ilość cementu z receptury przed modyfikacją

MS – ilość pyłu krzemionkowego uwzględniana w składzie betonu jako zastępująca cement

k – przyjęto wartość 2,0 zakładając dodatkowo, że w tej recepturze  $w/c \leq 0,45$ .

W efekcie uzyskuje się  $C_p = 342 \text{ kg}$ , co oznacza, że przy tej ilości cementu CEM I lub CEM II/A (oprócz krzemionkowego) można zredukować jego ilość do wartości minimalnej 280 kg, czyli o 62 kg, zastępując go pyłem krzemionkowym w ilości 31 kg. Dla większych ilości początkowych cementu niż 342 kg można w pełni wykorzystać obydwa warunki określone równaniami (3) i (4).

W przypadku stosowania mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego GGBS w analizowanej recepturze, po podstawieniu w równaniu (6) za C wymaganą ilość minimalną cementu CEM I lub CEM II/A określoną w tablicy F.1 normy PN-B-06265 [3], czyli 280 kg, oraz wykorzystując warunek (5), można wyliczyć początkową ilość cementu w recepturze, dla której w pełni można wykorzystać „zasadę modyfikacji zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12 p. 5.2.5.2”.

$$GGBS = 1,0 C \quad (5)$$

oraz

$$C + \Delta C = C + k \times GGBS = C + 0,6 \times GGBS = C_p \quad (6)$$

gdzie:

Tablica 2. Zasady stosowania dodatków do betonu zgodnie z koncepcją współczynnika k dla pyłu krzemionkowego, popiołu lotnego krzemionkowego oraz mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego [2, 7]

Rodzaj dodatku typu II	Współczynnik k	Maksymalna zawartość dodatku	Uwagi
pył krzemionkowy MS	2,0 dla $w/c \leq 0,45$ oraz dla $w/c > 0,45$ z wyjątkiem klas ekspozycji XC i XF	pył krzemionkowy kategorii 1/cement $\leq 11\%$ masowo	ilość cementu nie powinna być zmniejszona o więcej niż $30 \text{ kg/m}^3$ w stosunku do minimalnej zawartości cementu w danej klasie ekspozycji <sup>a)</sup> nie dotyczy cementu CEM II/A z dodatkiem pyłu krzemionkowego
	1,0 dla $w/c > 0,45$ w klasach ekspozycji XC i XF		
popiół lotny krzemionkowy FA	0,4	popiół/cement $\leq 33\%$ masowo	dotyczy cementu CEM I
		popiół/cement $\leq 25\%$ masowo	dotyczy cementu CEM II/A
mielony granulowany żużel wielkopieczowy GGBS	0,6 (załącznik L w normie PN-EN 206 [2], poz. 7)	Żużel/cement $\leq 100\%$ masowo (załącznik L w normie PN-EN 206 [2], poz. 7)	dotyczy cementów CEM I i CEM II/A

<sup>a)</sup> tak sformułowany wymóg w PN-EN 206 [2] zrealizowany jest w tablicy F.1 zawartej w krajowym uzupełnieniu PN-B-06265 [3]

C – ilość cementu po modyfikacji receptury  
 $C_p$  – ilość cementu przed modyfikacją receptury  
( $C_p = C + \Delta C$ )  
 $\Delta C$  – ilość cementu, o którą może być zmniejszona ilość cementu z receptury przed modyfikacją  
GGBS – ilość mielonego granulowanego żuźla wielkopieczowego uwzględniania w składzie betonu jako zastępująca cement  
k – przyjęto wartość 0,6 na podstawie załącznika L w normie PN-EN 206 [2], poz. 7.

W efekcie uzyskuje się  $C_p = 448$  kg, co oznacza, że przy tej ilości cementu CEM I lub CEM II/A można zredukować jego ilość do wartości minimalnej 280 kg, czyli o 168 kg, zastępując go mielonym granulowanym żuźlem wielkopieczowym w ilości  $\Delta C/k = \Delta C/0,6 = 168/0,6 = 280$  kg. Dla większych ilości początkowych cementu niż 448 kg można w pełni wykorzystać obydwa warunki określone równaniami (5) i (6).

#### 4. Podsumowanie

Zalecone w normie PN-EN 206 [2] zasady wykorzystania koncepcji współczynnika k w odniesieniu do popiołu lotnego, pyłu krzemionkowego i mielonego granulowanego żuźla wielkopieczowego o stwierdzonej normowo ich przydatności oraz przy użyciu cementu zgodnego z PN-EN 197-1 [5] sprawiają wrażenie bardzo rygorystycznych i niemożliwych do jakiegokolwiek korekty. Tym bardziej że wymogi sprecyzowane w krajowym uzupełnieniu PN-B-06265 [3] wprowadzają jeszcze większe ograniczenia.

Nie można jednak zapominać, że rozdział 5.2.5 normy dotyczący „stosowania dodatków” opisuje wiele innych możliwości komponowania składu betonu (z udziałem także innych dodatków) wyrażonych w zasadach „koncepcji równoważnych właściwości betonu” oraz zasadach „koncepcji kom-

binacji równoważnych właściwości”. Możliwe są też modyfikacje współczynnika k. Ale to wszystko pod warunkiem ustalenia ich przydatności. Co to oznacza? – że konieczne jest poparcie badaniami i analizami efektywności zastosowanego rozwiązania, czyli stwierdzając krótko, trzeba posiadać wystarczające wiarygodne dowody zapewniające końcowy efekt dla konstrukcji, czyli zapewniające jej przewidywaną trwałość.

**dr inż. Grzegorz Bajorek**  
**Politechnika Rzeszowska**  
**Centrum Technologiczne Budownictwa**  
**Instytut Badań i Certyfikacji**


Piśmiennictwo:

- 1 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 wraz z późn. zmianami)
- 2 PN-EN 206+A1:2016-12 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 3 PN-B-06265:2018-10 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12
- 4 PN-B-06265:2018-10/AP1:2019-05 poprawka normy – Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12
- 5 PN-EN 197-1:2012 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
- 6 PN-EN 450-1:2012 Popiół lotny do betonu – Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności
- 7 Giergiczny Z., Synowiec K., Dodatki do betonu, Inżynier Budownictwa 4/2017, s. 66-73



# CENTRUM TECHNOLOGICZNE BUDOWNICTWA INSTYTUT BADAŃ I CERTYFIKACJI

**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-ibc.pl](mailto:ctb@ctb-ibc.pl)

[www.ctb-ibc.pl](http://www.ctb-ibc.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 liniowych elementów odwodnień  
obsługa laboratoryjna wykonawcy robót i nadzoru  
ekspertyzy i opinie budowlane  
szkolenia otwarte w zakresie budownictwa