

ARTYKUŁY – REPORTS

Grażyna Bundyra-Oracz\*

## RÓŻNICE MIĘDZY PN-88/B-06250 BETON ZWYKŁY I PN-EN 206-1:2003 BETON. CZĘŚĆ 1: WYMAGANIA, WŁAŚCIWOŚCI, PRODUKCJA I ZGODNOŚĆ

W artykule przedstawiono różnice pomiędzy dwiema normami: PN-88/B-06250 oraz PN-EN 206-1:2003 poprzez porównanie wybranych obszarów tematycznych, które są istotne przy projektowaniu składu betonu i deklarowaniu jego właściwości. Specjalną uwagę zwrócono na szczególność podejścia w PN-88/B-06250 do projektowania składu betonu, co w istotnym stopniu odróżnia ten dokument od normy PN-EN 206-1. Artykuł stanowi przegląd wielu zagadnień użytecznych dla technologa i projektanta betonu.

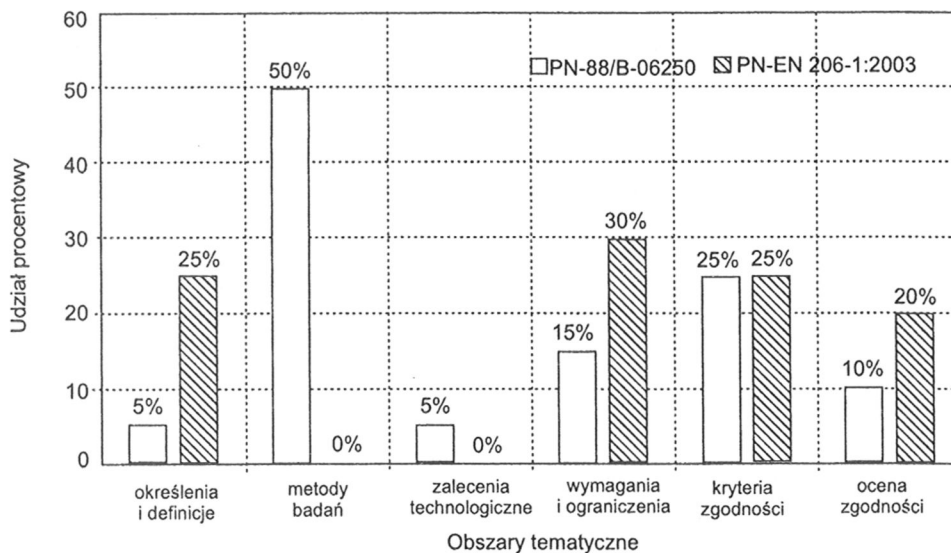
### 1. Wstęp

W niniejszym artykule zawarto analizę porównawczą pomiędzy normami PN-88/B-06250 [1] i PN-EN 206-1 w odniesieniu do wybranych obszarów związanych z technologią oraz projektowaniem betonu. PN-EN 206-1:2003 *Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność* [2], zastąpiła od stycznia 2004 r. PN-88/B-06250 *Beton zwykły* i spowodowała wprowadzenie istotnych zmian w stosunku do normy poprzedniej, zarówno w nomenklaturze, klasyfikacji, wymaganiach względem betonu, jak i w sposobie postępowania. Wynika to z faktu, że przejście do normalizacji europejskiej wiąże się z wdrożeniem licznych zmian i przekształceń.

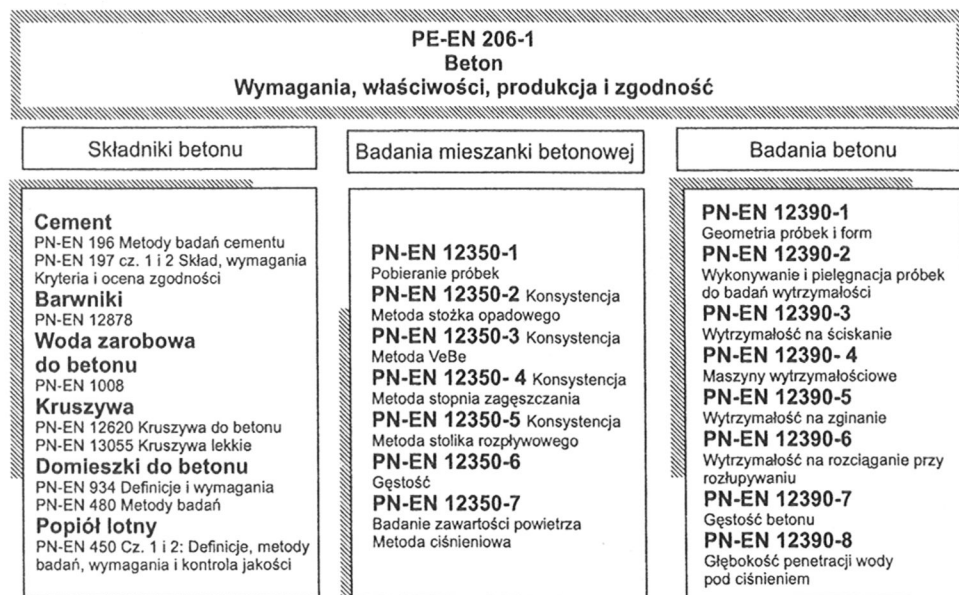
Struktura normy PN-EN 206-1 w zasadniczy sposób różni się od PN-88/B-06250, co przedstawiono na wykresie (rys. 1). Niektóre elementy tego wykresu zostaną omówione w dalszej części referatu.

Metody badań, którym w PN-88/B-06250 poświęcono 50% tekstu, w obecnej normie nie są w ogóle omówione, a jedynie wymienia się normy, według których należy prowadzić poszczególne badania. Na rysunku 2 schematycznie przedstawiono wybrane normy badawcze w odniesieniu do składników betonu, mieszanki betonowej i betonu, powołane w PN-EN 206-1:2003.

\* dr inż. – Zakład Betonu ITB



Rys. 1. Struktura PN-EN 206-1 w porównaniu z PN-88/B-06250 [3]  
 Fig. 1. PN-EN 206-1 structure comparison with PN-88/B-06250 [3]



Rys. 2. Wybrane normy badawcze w odniesieniu do składników betonu, mieszanki betonowej i betonu stwardniałego  
 Fig. 2. Normative references in regard to hardened concrete components and concrete mixture

Zastosowanie normy jest ograniczone do określonych rodzajów betonu, niemniej pewne obszary, między innymi dotyczące zasad prowadzenia kontroli jakości, można potraktować jako uniwersalne w produkcji każdego rodzaju betonu.

Norma PN-EN ma zastosowanie do:

- mieszanki betonowej zagęszczanej w celu usunięcia zawartego w niej powietrza, nie pochodzącego z napowietrzania,
- betonu zwykłego, betonu ciężkiego i betonu lekkiego.

Normy tej nie stosuje się w przypadku:

- betonu komórkowego,
- betonu spienionego,
- betonu o otwartej strukturze (betonu jamistego),
- betonu o gęstości mniejszej niż  $800 \text{ kg/m}^3$ ,
- betonu żaroodpornego.

Norma nie obejmuje wymagań dotyczących ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników w czasie produkcji i dostarczania betonu.

## 2. Porównanie wybranych obszarów tematycznych

### 2.1. Kryteria zgodności wytrzymałości na ściskanie

Podstawowym parametrem betonu jest jego wytrzymałość na ściskanie. Wynika to z faktu, że ma ona bezpośredni wpływ na właściwości konstrukcji. Norma PN-88/B-06250 klasyfikuje beton ze względu na jego wytrzymałość na ściskanie, przyporządkowując go odpowiedniej klasie. W PN-88/B-06250 klasa betonu jest oznaczana przez symbol literowo-liczbowy, na przykład B25, gdzie 25 oznacza wytrzymałość gwarantowaną. Obecna norma PN-EN 206-1 wprowadza inne oznakowanie literowo-liczbowe, a mianowicie symbol literowy C lub LC odpowiednio dotyczący betonu zwykłego i ciężkiego oraz betonu lekkiego, a także symbol liczbowy, składający się z dwóch członów, na przykład 20/25. Pierwsza liczba dotyczy wytrzymałości charakterystycznej próbek w kształcie walca, druga – wytrzymałości charakterystycznej próbek w kształcie sześcianów (tablice 1 i 2).

Analizując PN-EN 206-1 w kontekście wprowadzonych zmian w porównaniu z PN-88/B-06250 można stwierdzić, że PN-EN 206-1:

- zastępuje pojęcie wytrzymałości gwarantowanej pojęciem wytrzymałości charakterystycznej,
- zastępuje pojęcie klasy betonu pojęciem klasy wytrzymałości – zmianie ulegają również oznaczenia (rys. 3),
- przyjmuje odmienną klasyfikację wytrzymałościową betonu, obejmującą obok betonów zwykłych także betony ciężkie i lekkie.

Tablica 1. Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu zwykłego i betonu ciężkiego [2]  
 Table 1. Compressive strength classes for normal-weight and heavy-weight concrete [2]

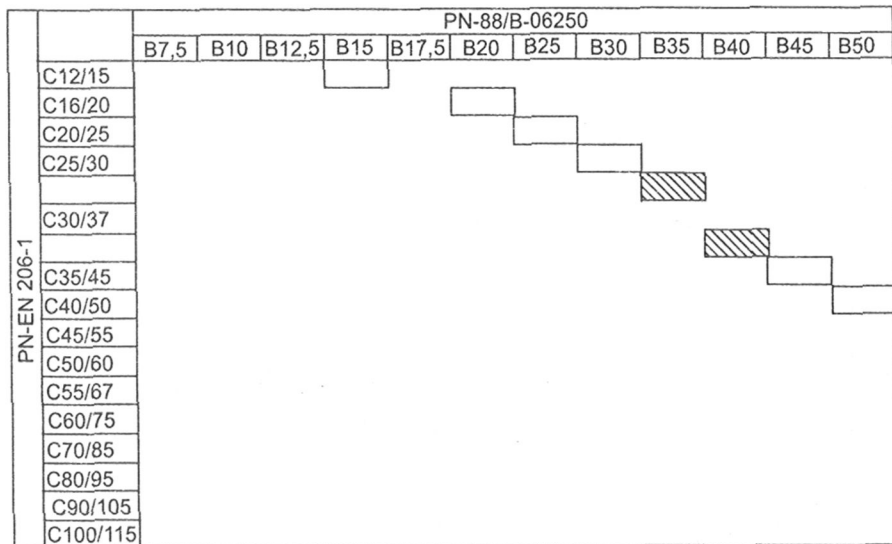
Klasa wytrzymałości na ściskanie	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach walcowych $F_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach sześciennych $F_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Tablica 2. Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu lekkiego [2]  
 Table 2. Compressive strength classes for light-weight concrete [2]

Klasa wytrzymałości na ściskanie	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach walcowych $F_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach sześciennych* $F_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22

Klasa wytrzymałości na ściskanie	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach walcowych $F_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach sześciennych* $F_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

\* Można przyjmować inne wartości, jeżeli ustali się z wystarczającą dokładnością oraz udokumentuje zależność między tymi wartościami i odpowiednią wytrzymałością oznaczaną na walcach.



Rys. 3. Równoważne oznaczenia klas betonu literami B według PN-88/B-06250 i C według PN-EN 206-1 [3, 4]  
Equivalent marking of concrete classes with letter B according to PN-88/B-06250 and with letter C according to PN-EN 206-1

Kryteria zgodności w odniesieniu do wytrzymałości betonu po raz pierwszy zostały sformułowane w normie ISO 3893:1977 [5]. Traktując wytrzymałość betonu jako zmienną losową o rozkładzie normalnym, wytrzymałość charakterystyczną, oznaczającą klasę betonu, zdefiniowano jako kwantyl tego rozkładu rzędu 5% [6]. Według normy [5] kwantyl ten powinien być oszacowany przy poziomie ufności nie niższym od 0,50 – w normie zalecane wartości kwantyla mieszczą się w przedziale od 0,50 do 0,95. Zgodnie z normą ISO ustalono kryteria zgodności w PN-88/B-06250. W normie PN-EN 206-1 charakterystyczna wytrzymałość zdefiniowana jest podobnie jak w normie ISO, lecz bez określonego poziomu ufności przy jej sprawdzaniu. W tablicy 3 przedstawiono kryteria zgodności betonu według obydwu omawianych norm.

Tablica 3. Kryteria oceny wytrzymałości na ściskanie według PN-EN 206-1 i PN-88/B-06250  
Table 3. Conformity criteria for compressive strenght according to PN-EN 206-1 and PN-88/B-06250

Norma	Liczba $n$ wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium I		Kryterium II
		średnia z $n$ wyników ( $f_{cm}$ ) N/mm <sup>2</sup>		dowolny pojedynczy wynik badania ( $f_{ci}$ ) N/mm <sup>2</sup>
PN-EN 206-1	produkcja początkowa 3	$\geq f_{ck} + 4$	i	$\geq f_{ck} - 4$
	produkcja ciągła 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	i	$\geq f_{ck} - 4$
PN-88/B-06250	< 15	I	$R_{i \min} \geq \alpha R_b^G$	$n$ 3-4 5-8 9-14 $\alpha$ 1,15 1,10 1,05
		jeżeli warunek I nie jest spełniony, należy zastosować kryterium II		
	$\geq 15$	II	$R_{\min} \geq R_b^G$	i
		$R \geq R_b^G + 1,64 s \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (R_i - R)^2}$		

$R_b^G$  – wytrzymałość gwarantowana  
 $\alpha$  – współczynnik zależny od liczby próbek  
 $f_{ck}$  – wytrzymałość charakterystyczna  
 $\bar{R}$  – wytrzymałość średnia  
 $s, \sigma$  – odchylenie standardowe

Określona na podstawie krzywych operacyjno-charakterystycznych wartość współczynnika  $k_n = 1,48$  oznacza odstępianie w normie PN-EN od przyjmowanego nadal w odniesieniu do kryteriów zgodności innych materiałów konstrukcyjnych poziomu ufności  $\geq 0,5$ . Przyjmując współczynnik 1,48, zapewnia się poziom ufności niższy od 0,3, zwiększając tym samym niepewność oceny wytrzymałości betonu [6].

Omawiając kryteria zgodności, nie sposób pominąć załącznika A w normie PN-EN 206-1, w którym zawarto szczegóły dotyczące badań wstępnych. W załączniku tym znajduje się informacja, zgodnie z którą wytrzymałość na ściskanie betonu o przyjętym składzie

powinna przekraczać wartości  $f_{ck}$  z odpowiednim zapasem. Zaleca się, aby zapas był około dwa razy większy niż przewidywane odchylenie standardowe, co oznacza zapas co najmniej od 6 N/mm<sup>2</sup> do 12 N/mm<sup>2</sup>, zależnie od technologii produkcji, składników oraz dostępności podstawowych informacji dotyczących zmienności.

Podsumowując, przy ocenie zgodności betonu należy pamiętać, że:

- przy seriach badawczych o niskiej liczności decydujące znaczenie mają wymagania dotyczące najniższej wartości wytrzymałości,
- mniej istotne w skutkach jest wprowadzenie współczynnika  $k_n = 1,48$ , mniejszego od przyjętego w PN-88/B-06250,
- analizując klasy wytrzymałości betonu na ściskanie, można zauważyć, że dotychczas produkowane klasy betonu zwykłego: B 7,5; B 10; B 12,5; B 17,5; B 35; B 40 nie zostały uwzględnione w PN-EN – pojawiły się natomiast nowe klasy: C 30/37 oraz wszystkie powyżej C 45/55. Betony klas powyżej C 55/67 należy traktować jako betony o wysokiej wytrzymałości, których PN-88/B-06250 nie uwzględniała,
- dużą innowacją jest wprowadzenie klas wytrzymałości betonów lekkich, które przy oznaczaniu wytrzymałości na ściskanie na kostkach sześciennych o boku 150 mm zupełnie się nie pokrywają z betonem zwykłym i ciężkim [7].

## 2.2. Klasa konsystencji

W normie PN-88/B-06250 klasyfikacji mieszanki betonowej do odpowiedniej konsystencji dokonywano na podstawie dwóch metod: metody stożka opadowego oraz metody Ve-Be. Europejska norma, oprócz wymienionych dwóch, wprowadza jeszcze dodatkowo dwie metody, tj. metodę rozplywu oraz metodę stopnia zagęszczalności. Poniżej (tabl. 4) zestawiono klasyfikację mieszanki betonowej do określonej klasy konsystencji przy zastosowaniu kryteriów zawartych w obydwu normach.

Tablica 4. Zakwalifikowanie mieszanki betonowej do określonej klasy konsystencji przy zastosowaniu kryteriów zawartych w PN-EN 206-1 oraz PN-88/B-06250 [1, 2, 3]

Table 5. Concrete mixture classification to appropriate consistency class according to PN-EN 206-1 and PN-88/B-06250 criteria [1, 2, 3]

Metoda badawcza Oznaczenie konsystencji	PN-EN 206-1:2003		PN-88/B-06250*	
	2	3	4	5
Metoda opadu stożka S PN-EN 12350-2	od 10 mm do 40 mm	S1	K3	20 mm – 50 mm
	od 50 mm do 90 mm	S2	K4	60 mm – 110 mm
	od 100 mm do 150 mm	S3	K5	120 mm – 150 mm
	od 160 mm do 210 mm	S4	bardzo ciekła**	
	≥ 220 mm	S5		

Metoda badawcza Oznaczenie konsystencji	PN-EN 206-1:2003		PN-88/B-06250*	
	1	2	3	4
Metoda Vebe V  PN-EN 12350-3	$\geq 31$ sek	V0	K1 K2 K3 K4	$\geq 28$ sek
	od 30 sek do 21 sek	V1		27 sek – 14 sek
	od 20 sek do 11 sek	V2		13 sek – 7 sek
	od 10 sek do 6 sek	V3		$\leq 6$ sek
	od 5 sek do 3 sek	V4		
Metoda stopnia zagęszczalności C  PN-EN 12350-4	$\geq 1,46$	C0	K2	$\geq 122$
	od 1,45 do 1,26	C1		
	od 1,25 do 1,11	C2	K3 K4 K5	od 1,22 do 1,14
	od 1,10 do 1,04	C3		od 1,13 do 1,08 od 1,07 do 1,05
Metoda rozplywu F  PN-EN 12350-5	$\leq 340$ mm	F1	K2 K3 K4 K5	$\leq 340$ mm
	od 350 mm do 410 mm	F2		od 350 mm do 438 mm
	od 420 mm do 480 mm	F3		od 390 mm do 450 mm
	od 490 mm do 550 mm	F4		od 460 mm do 500 mm
	od 560 mm do 620 mm	F5		$\geq 500$ mm
	$\geq 630$ mm	F6		bardzo ciekła
* K1 – konsystencja wilgotna, K2 – konsystencja gęstoplastyczna, K3 – konsystencja plastyczna, K4 – konsystencja półciekła, K5 – konsystencja ciekła ** nie występuje w PN-88/B-06250				

W kolumnie 5 tablicy 4 przedstawiono wyniki badań uzyskane w ramach pracy [8], której celem było określenie korelacji pozwalającej na przeliczenie konsystencji pomiędzy wynikami uzyskanymi metodą rozplywu i stopnia zagęszczalności a metodą opadu stożka.

W ramach cytowanej pracy uzyskano następujące zależności:

Metoda S-F ( stożek – rozplyw)  $\rightarrow F = 1,1432 \cdot S + 315,95$

Metoda S-C ( stożek – stopień zagęszczalności)  $\rightarrow C = 1,4117 - 0,0714 \cdot \ln S$

Zakres przedstawionych zależności jest ograniczony do betonów z kruszywem o uziarnieniu  $D_{\max}$  w zakresie (16–32) mm.

Na uwagę zasługuje fakt, że w nowej normie nie podano żadnych zależności między klasami konsystencji określanymi różnymi metodami, odwrotnie niż to było dotychczas. Oznacza to, że specyfikacja musi definiować konsystencję symbolem literowo-liczbowym, który określa odpowiednio metodę i klasę konsystencji.



### 2.3. Trwałość oraz projektowanie składu betonu

Przyjętą przez normę trwałość betonu należy rozumieć jako zdolność – w danych warunkach użytkowania – do zachowania właściwości na odpowiednim poziomie przez okres 50 lat.

Ujmując ogólnie to zagadnienie można powiedzieć, że w przypadku betonu dobrej jakości i braku oddziaływania agresywnych czynników zewnętrznych właściwości betonu wraz z upływem czasu dojrzewania będą ulegały polepszeniu. Niemniej z taką sytuacją w budownictwie można spotkać się bardzo rzadko. Z reguły zawsze oddziałuje na beton jakiś czynnik agresywny i należy brać pod uwagę jego wpływ na właściwości betonu. Trwałość betonu jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym do zapewnienia trwałości budowli [9].

W tablicy poniżej przedstawiono również inne przyczyny niszczenia budowli.

Tablica 5. Przyczyny niszczenia budowli [9]  
Table 5. Reasons of buildings destruction [9]

Przyczyny niszczenia budowli	Szczegółowy opis przyczyn	Liczba budowli	Łączna liczba budowli	% na 139 budowli
Technologiczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beton złej jakości</li> <li>• korozja chemiczna betonu</li> <li>• korozja zbrojenia stalowego spowodowana nieodpowiednim zabezpieczeniem zbrojenia przez beton złej jakości</li> <li>• zastosowanie nieodpowiednich materiałów (cement, kruszywo itp.)</li> </ul>	31 12 9  6	58	42
Konstrukcyjne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedostateczna kontrola w momencie wbudowania mieszanki betonowej</li> <li>• brak kontroli w czasie dojrzewania betonu</li> </ul>	19 12	31	22
Strukturalne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nieodpowiednie obliczenia konstrukcyjne</li> <li>• niewystarczające obliczenia w celu zapewnienia odpowiednich strukturalnych właściwości użytkowych</li> </ul>	11 5	16	13
Nadmierne obciążenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• budowle zaprojektowane do innych celów i nadmiernie obciążone</li> </ul>	11	11	8
Fundamenty/ /osadzanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nieodpowiednie fundamenty – posadowienie</li> </ul>	10	10	7
Przypadkowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pożar</li> </ul>	6	6	4
Awarie budowlane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spowodowane co najmniej dwiema z wymienionych wyżej przyczyn</li> <li>• złamanie konstrukcji elementów łączących</li> </ul>	5 2	7	5

Norma PN-EN 206-1, której podstawowym przesłaniem jest projektowanie z uwzględnieniem trwałości, wprowadza pojęcie klas ekspozycji. Zaleca się w niej, aby postanowienia przyjęte w kraju stosowania betonu zawierały wymagania uwzględniające przewidywany czas użytkowania, wynoszący co najmniej 50 lat.

W dotychczasowym podziale według PN-88/B-06250 rozróżniano następujące betonowe elementy budowlane w zależności od charakteru oddziaływania na nie środowiska:

- osłonięte przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych,
- narażone bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych,
- narażone na stały dostęp wody przed zamarznięciem.

Według PN-EN 206-1 klasy ekspozycji określają wszystkie właściwości betonu, które odnoszą się do jego trwałości. Dlatego mają one decydujące znaczenie przy projektowaniu budowli.

Elementy budowlane mogą być eksploatowane w warunkach oddziaływania kilku środowisk jednocześnie, w związku z tym jednemu elementowi może być przyporządkowanych kilka klas ekspozycji.

Mrozoodporność betonu oraz jego nasiąkliwość w takim rozumieniu, jak to jest podane w PN-88/B-06250, nie są ujęte w nowo wprowadzonej normie betonowej. Twórcy normy wyszli z założenia, że jeżeli prawidłowo zostanie dobrana klasa ekspozycji, dopełnione przez producenta betonu wymagania w zakresie składu dotyczące danej klasy (załącznik F normy, tabela F1), a mieszanka zostanie prawidłowo zabudowana i pielęgnowana (zgodnie z ENV 13670-1 *Wykonywanie konstrukcji betonowych. Część 1: Uwagi ogólne*), to beton w konstrukcji będzie na tyle trwały, że dodatkowe badania nie będą konieczne [5].

Projektowanie składu betonu polega na odpowiednim doborze składników z uwzględnieniem właściwości betonu oraz mieszanki betonowej. W normie PN-88/B-06250, p. 4.1 projektant betonu znajdzie wytyczne odnośnie do ograniczeń dotyczących zawartości cementu i stosunku w/c (tablica 6).

Tablica 6. PN-88/B-06250. Dopuszczalne najmniejsze ilości cementu portlandzkiego oraz największe wartości stosunku wodno-cementowego w/c w mieszance betonowej zagęszczanej mechanicznie [1]  
Table 6. Acceptable minimum volume of cement and maximum w/c ratio in mechanically compacted concrete mixture according PN-88/B-06250 [1]

Beton zwykły	Najmniejsza dopuszczalna ilość cementu w kg na 1 m <sup>3</sup> mieszanki betonowej		Największa dopuszczalna wartość w/c
	zbrojonego	niezbrojonego	
Osłonięty przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych (np. otynkowany)	220	190	0,75
Narażony bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych	270	250	0,60
Narażony na stały dostęp wody przed zamarznięciem	270	270	0,55

Odnosnie do mieszanki betonowej można znaleźć w normie również wskazówki dotyczące zawartości zaprawy oraz łącznej ilości cementu i frakcji kruszywa poniżej 0,125 mm (tablica 7).

W przypadku kruszyw zawarte w normie zalecenia granicznych krzywych uziarnienia betonu stanowią podstawę przy projektowaniu stosu okruszowego.

Dane zawarte w tablicach 6 i 7 poparte odpowiednią wiedzą stanowią podstawę do projektowania składu betonu.

Tablica 7. PN-88/B-06250. Zalecane zawartości zaprawy oraz ziaren poniżej 0,125 mm w zależności od rodzaju wyrobu, elementu lub konstrukcji [1]

Table 7. PN-88/B-06250. Recommended volume of mortar and fine grains below 0,125 mm depending on the type of construction [1]

Rodzaje wyrobów, elementów lub konstrukcji	Zalecana ilość zaprawy, w $\text{dm}^3$ , na $1 \text{ m}^3$ mieszanki betonowej	Najmniejsza suma objętości absolutnych cementu i ziarn kruszywa poniżej 0,125 mm, w $\text{dm}^3$ , na $1 \text{ m}^3$ mieszanki betonowej
Żelbetowe i betonowe konstrukcje masywne o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 500 mm i kruszywie do 63 mm	400–450	70
Sprężone żelbetowe i betonowe wyroby, elementy i konstrukcje o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 60 mm i kruszywie do 31,5 mm	450–550	80
Sprężone żelbetowe i betonowe wyroby, elementy i konstrukcje o najmniejszym wymiarze przekroju nie większym niż 60 mm i kruszywie do 16 mm	500–550	95

Norma PN-EN 206-1 w inny sposób prezentuje podejście do projektowania, które przede wszystkim jest ukierunkowane na zachowanie trwałości (tabl. 9, rys. 4). W tym celu zdefiniowano w normie 18 środowisk agresywnego oddziaływania opisanych w tablicy 8.

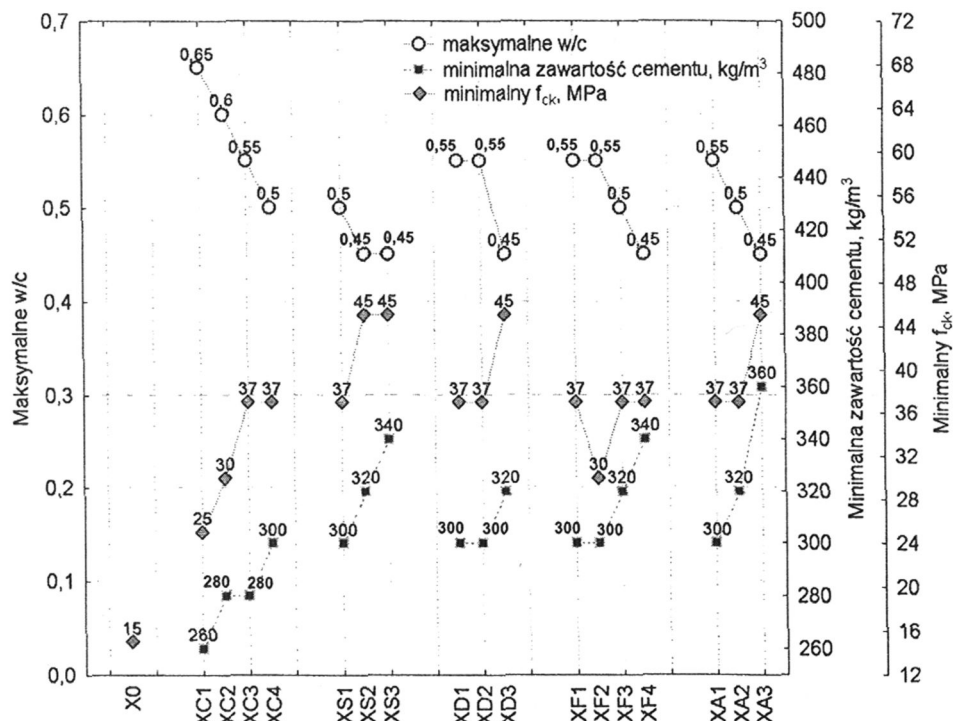
Tablica 8. PN-EN 206-1 – klasy ekspozycji [2]

Table 8. PN-EN 206-1 – Exposure classes [2]

Oznaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
<b>1. Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją</b>		
X0	<ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczy betonów niezbrojonych i nie zawierających innych elementów metalowych: wszystkie środowiska z wyjątkiem przypadków występowania zamrażania/rozmrażania ścierania lub agresji chemicznej</li> <li>dotyczy betonów zbrojonych lub zawierających inne elementy metalowe: bardzo suche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beton wewnątrz budynków o bardzo niskiej wilgotności powietrza</li> </ul>

Oznaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
<b>2. Korozja spowodowana karbonatyzacją</b>		
XC1	suche lub stale mokre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beton wewnątrz budynków o niskiej wilgotności powietrza</li> <li>• beton stale zanurzony w wodzie</li> </ul>
XC2	mokre, sporadycznie suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• powierzchnie betonu narażone na długotrwały kontakt z wodą; najczęściej fundamenty</li> </ul>
XC3	umiarkowanie wilgotne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beton wewnątrz budynków o umiarkowanej lub wysokiej wilgotności powietrza</li> <li>• beton na zewnątrz osłonięty przed deszczem</li> </ul>
XC4	cyklicznie mokre i suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• powierzchnie betonu narażone na kontakt z wodą, ale nie jak w klasie ekspozycji XC2</li> </ul>
<b>3. Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej</b>		
XD1	umiarkowanie wilgotne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• powierzchnie betonu narażone na działanie chlorków z powietrza</li> </ul>
XD2	mokre, sporadycznie suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• baseny</li> <li>• beton narażony na działanie wody przemysłowej zawierającej chlorki</li> </ul>
XD3	cyklicznie mokre i suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elementy mostów narażone na działanie rozpylonych cieczy zawierających chlorki</li> <li>• nawierzchnie dróg</li> <li>• płyty parkingów</li> </ul>
<b>4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej</b>		
XS1	narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale nie na bezpośredni kontakt z wodą morską	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstrukcje zlokalizowane na wybrzeżu lub w jego pobliżu</li> </ul>
XS2	stałe zanurzenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elementy budowli morskich</li> </ul>
XS3	strefy pływów, rozbryzgów i aerozoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elementy budowli morskich</li> </ul>
<b>5. Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania bez środków odladzających albo ze środkami odladzającymi</b>		
XF1	umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pionowe powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie</li> </ul>
XF2	umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odladzającymi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych narażone na zamarzanie</li> <li>• działanie środków odladzających z powietrza</li> </ul>
XF3	silnie nasycone wodą bez środków odladzających	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poziome powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie</li> </ul>

5. – cd.		
XF4	silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jezdnie dróg i mostów narażone na działanie środków odladzających</li> <li>• powierzchnie betonowe narażone bezpośrednio na działanie aerozoli zawierających środki odladzające i zamarzanie</li> <li>• strefy rozbrzgu w budowliach morskich narażone na zamarzanie</li> </ul>
6. Agresja chemiczna		
XA1	środowisko chemiczne mało agresywne	–
XA2	środowisko chemiczne średnio agresywne	–
XA3	środowisko chemiczne silnie agresywne zgodnie	–



Rys. 4. Minimalna zawartość cementu, maksymalne w/c oraz minimalny  $f_{ck}$  dla próbek sześciennych dla danej klasy ekspozycji

Fig. 4. Minimum volume of cement, maximum w/c and minimum  $f_{ck}$  cube sample for exposure classes

Tablica 9. PN-EN 206-1: maksymalne w/c, minimalna klasa wytrzymałości, minimalna zawartość cementu oraz powietrza z uwzględnieniem odpowiednich klas ekspozycji

Table 9. PN-EN 206-1: Maximum w/c, minimum compressive strength class, minimum volume of cement and air with taking exposure classes into consideration

Opis środowiska		Maks. w/c	Minimalna klasa wytrzymałości	Minimalna zawartość cementu kg/m <sup>3</sup>	Minimalna zawartość powietrza %	Inne wymagania				
Klasa ekspozycji	brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją		X0	–	C12/15	–	–			
	Korozja spowodowana karbonatyzacją		XC1	0,65	C20/25	260		–		
			XC2	0,60	C25/30	280		–		
			XC3	0,55	C30/37	280		–		
			XC4	0,50	C30/37	300		–		
	Korozja wywołana chlorkami		woda morską		XS1	0,50		C30/37	300	–
					XS2	0,45		C35/45	320	–
					XS3	0,45		C35/45	340	–
			chlorki nie pochodzące z wody morskiej		XD1	0,55		C30/37	300	–
					XD2	0,55		C30/37	300	–
					XD3	0,45		C35/45	320	–
	Zamrażanie/rozmarzanie		XF1	0,55	C30/37	300		–	kruszywo zgodne z PN-EN 12620: 2000 o odpowiedniej mrozoodporności	
			XF2	0,55	C25/30	300		4,0*		
			XF3	0,50	C30/37	320		4,0*		
			XF4	0,45	C30/37	340		4,0*		
	Środowiska chemicznie agresywne		XA1	0,55	C30/37	300		–	cement odporny na siarczany	
XA2			0,50	C30/37	320	–				
XA3			0,45	C35/45	360	–				
<p>* Jeżeli beton nie jest napowietrzany, zaleca się badanie jego właściwości użytkowych odpowiednią metodą, porównując z betonem, którego odporność na zamrażanie/rozmarzanie w danej klasie ekspozycji jest potwierdzona.</p> <p>** W przypadku gdy SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> wskazuje na klasy ekspozycji XA2 oraz XA3, jest niezmiernie ważne, aby stosować cement odporny na siarczany. Jeśli cement jest sklasyfikowany pod względem odporności na siarczany, zaleca się stosowanie cementu o średniej lub wysokiej odporności na siarczany dla klasy ekspozycji XA2 (oraz dla klasy ekspozycji XA1, jeśli występuje) oraz cementu o wysokiej odporności na siarczany dla klasy ekspozycji XA3.</p>										

Jak widać z tabeli 9 oraz rysunku 4, przy danej klasie ekspozycji ustalona jest minimalna klasa wytrzymałości i inne parametry betonu, w tym minimalna zawartość cementu i maksymalny wskaźnik woda/cement.

Do normy PN-EN dołączono załącznik J pt. „Metody projektowania betonu z uwzględnieniem jego trwałości”, w którym można znaleźć informacje o dużym stopniu ogólności, między innymi wskazówkę, że przed przystąpieniem do projektowania z uwzględnieniem trwałości należy określić co najmniej:

- rodzaj konstrukcji i jej kształt,
- lokalne warunki środowiskowe,
- poziom wykonania,
- wymagany okres użytkowania.

Metody, które można stosować, obejmują:

- metodę przyjętą na podstawie długookresowego doświadczenia z materiałami miejscowymi i praktyki oraz szczegółowej wiedzy o lokalnym środowisku,
- metody oparte na zatwierdzonych i sprawdzonych badaniach, które są reprezentatywne dla rzeczywistych warunków oraz mają ustalone kryteria dotyczące właściwości użytkowych betonu,
- metody oparte na modelach analitycznych wyskalowanych na podstawie danych z badań reprezentatywnych w rzeczywistych warunkach występujących w praktyce.

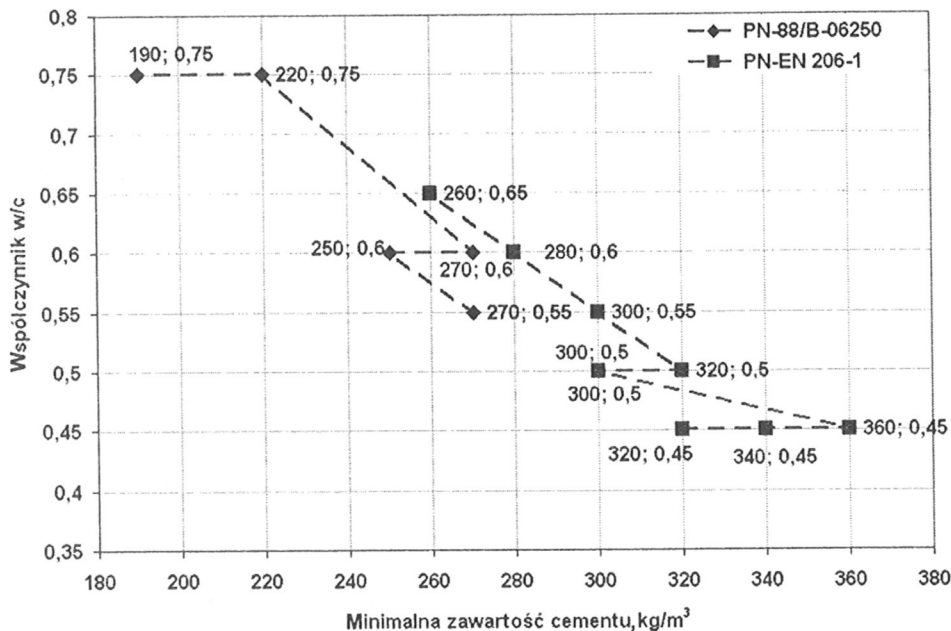
Z przeglądu tych metod wynika, że należy tak projektować skład betonu, aby były spełnione zarówno wymagania konstrukcyjne, jak i wymagania niezbędne ze względu na trwałość w danych warunkach.

Na rysunku 5 przedstawiono schematycznie różnice odnośnie do minimalnej zawartości cementu i maksymalnego w/c według dwóch omawianych norm. Rysunek uwidacznia, jak zmieniły się zalecenia i możliwości w technologii betonu, polegające między innymi na istotnym zmniejszeniu współczynnika w/c i zwiększeniu minimalnej zawartości cementu w danej klasie ekspozycji.

Jak można odczytać z tablicy 9, najniższa klasa wytrzymałości w PN-EN 206-1 to C12/15 w klasie X0. W celu stworzenia możliwości projektowania betonów o niższych klasach wytrzymałości w 2004 wprowadzono uzupełnienie krajowe do PN-EN 206-1 – normę PN-B-06265 [10]. W PN-B-06265 najniższa klasa wytrzymałości betonu dopuszczona do stosowania to C8/10 – w przypadku braku jakichkolwiek zagrożeń (X0) agresją środowiska lub korozją chemiczną.

W uzupełnieniu krajowym wprowadzono również normy beton recepturowy NBR. Za normowy beton recepturowy uważa się beton spełniający następujące warunki:

- do jego wytwarzania używa się wyłącznie cementu, kruszywa naturalnego o ciągłym uziarnieniu i wody, bez modyfikowania składu dodatkami lub domieszkami,
- jest produkowany w klasach wytrzymałości na ściskanie C8/10, C12/15, C16/20, dla których odpowiednio przyjęto oznaczenia NBR 10, NBR 15, NBR 20,
- jest przeznaczony do wbudowywania w środowisku odpowiadającym jedynie klasom ekspozycji X0, XC1 i XC2,
- mieszankę NBR wytwarza się w trzech klasach konsystencji: S1, S2, S3,
- minimalna zawartość cementu klasy 32,5 na każdy 1 m<sup>3</sup> mieszanki, przy założeniu użycia kruszywa o  $D_{max}$  od 32 mm do 45 mm, została podana w tablicy 10.



Rysunek 5. Różnice odnośnie do minimalnej zawartości cementu i maksymalnego w/c według PN-88/B-06250 i PN-EN 206-1

Fig. 5. The differences between minimum volume of cement and maximum w/c ratio according to PN-88/B-06250 and PN-EN 206-1

Tablica 10. PN-B-06265 – NBR: minimalna zawartość cementu w kg/m<sup>3</sup>  
Table 10. PN-B-06265 – NBR: minimum content of cement, kg/m<sup>3</sup>

Normowy beton recepturowy	Klasy konsystencji		
	S1	S2	S3
NBR 10	210	230	260
NBR 15	270	300	330
NBR 20	290	320	360

Zawartość cementu należy zwiększyć o:

- 10%, jeżeli  $D_{\max}$  mieści się w zakresie od 16 mm do 22 mm,
- 20%, jeżeli  $D_{\max}$  mieści się w zakresie od 8 mm do 11 mm.

Zawartość cementu można obniżyć maksymalnie o 10% w przypadku zastosowania cementu klasy 42,5.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że według PN-EN 206-1:2003 nawet przy klasie ekspozycji o małym i umiarkowanym zagrożeniu korozją w wyniku karbonatyzacji XC1 należy stosować beton o klasie wytrzymałości co najmniej C20/25.



Ponadto w krajowym uzupełnieniu do PN-EN 206-1 znajduje się dodatkowa klasa ekspozycji – ze względu na agresję wywołaną ścieraniem (tablica 11).

Tablica 11. Klasy ekspozycji betonu dotyczące agresji wywołanej ścieraniem [10]

Table 11. Exposure classes – abrasion corrosion [10]

Oznaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
<b>AGRESJA WYWOŁANA ŚCIERANIEM</b>		
XM1	umiarkowane zagrożenie ścieraniem	posadzki i nawierzchnie eksploatowane przez pojazdy o ogumieniu pneumatycznym
XM2	silne zagrożenie ścieraniem	posadzki i nawierzchnie eksploatowane przez pojazdy o ogumieniu pełnym oraz wózki podnośnikowe z ogumieniem elastomerowym lub na rolkach stalowych
XM3	ekstremalnie silne zagrożenie ścieraniem	posadzki i nawierzchnie często najeżdżane przez pojazdy gąsienicowe, filary mostów, powierzchnie przelewów, ściany spustów i sztolni hydrotechnicznych, niecki wypadkowe

Przy tej klasie ekspozycji określono również wymagania dotyczące maksymalnego w/c, minimalnej klasy wytrzymałości, minimalnej zawartości cementu (tablica 12).

Tablica 12. PN-B-06265: maksymalne w/c, minimalna klasa wytrzymałości, minimalna zawartość cementu

Table 12. PN-B-06265: maximum w/c, minimum strength class and cement content

Opis środowiska		Maks. w/c	Minimalna klasa wytrzymałości	Minimalna zawartość cementu kg/m <sup>3</sup>	Inne wymagania
Klasa ekspozycji – ze względu na agresję wywołaną ścieraniem	XM1	0,55	C30/37	300	
	XM2	0,55	C30/37	300	pielęgnacja powierzchni betonu
	XM3	0,45	C35/45	320	kruszywo o dużej odporności na ścieranie

Podsumowując powyższe, można stwierdzić, że:

- w obydwu omawianych normach można znaleźć wytyczne odnośnie do minimalnej zawartości cementu i klasy wytrzymałości oraz maksymalnego wskaźnika wodno-cementowego,
- w PN-EN 206-1 w sposób obszerniejszy odniesiono się do warunków eksploatacji konstrukcji,
- PN-88/B-06250 w obszerniejszy sposób traktuje zagadnienie urabialności,

- w PN-88/B-06250 można znaleźć wymagania odnośnie do stosu okruszowego kruszyw – załącznik 1 zaleca graniczne krzywe uziarnienia kruszyw do betonu,
- w PN-EN 206-1 nie zdefiniowano klasy ekspozycji betonu dotyczącej agresji wywołanej ścieraniem – dane te są zamieszczone w uzupełnieniu krajowym.

### 3. Dodatki

Norm PN-EN 206-1:2003 wprowadza następujące ustalenia:

- rozróżnia się dwa typy dodatków mineralnych: prawie obojętne, które należy traktować jako bierny wypełniacz (typ I) oraz dodatki o właściwościach pucolanowych lub/i utajonych właściwościach hydraulicznych (typ II), które mogą być uwzględniane jako część spoiwa,
- obydwa rodzaje dodatków mogą być uwzględnione w składzie betonu jako część spoiwa – współczynnik  $k$ ,
- ilości dodatków typu I i typu II stosowanych do betonu należy określać na podstawie badań wstępnych,
- zaleca się uwzględnienie wpływu wysokiej zawartości dodatków na inne niż wytrzymałość właściwości betonu,
- jeśli ustalono przydatność dodatków typu II, mogą być one uwzględnione w składzie betonu w ramach zawartości cementu oraz w wartości współczynnika woda/cement.

W PN-88/B-06250 zaleca się, co następuje:

- rodzaje dodatków mineralnych polepszających właściwości mieszanki betonowej i betonu, jak również ich ilości i sposoby stosowania, powinny być zgodne z decyzjami placówek naukowo-badawczych upoważnionych do dopuszczenia do powszechnego stosowania nowych materiałów i wyrobów w budownictwie,
- stosowanie popiołów lotnych powinno być zgodne z Instrukcją ITB nr 206/77,
- zaleca się sprawdzanie doświadczalnie skuteczności działania dodatków i domieszek przy ustalaniu recepty mieszanki betonowej,
- dodatki mineralne do betonu stosowanego do wykonywania obiektów przeznaczonych na stały pobyt ludzi wymagają sprawdzenia poziomu stężenia zawartych w nich naturalnych pierwiastków promieniotwórczych.

Podsumowując ustalenia dotyczące stosowania dodatków zawarte w wymienionych normach, należy stwierdzić, że:

- podstawowe zasady ustalania składu nie różnią się; składy mieszanek betonowych z dodatkami popiołów lotnych ustala się doświadczalnie,
- empirycznie ustalona przydatność popiołu może być uwzględniona w składzie betonu w ramach zawartości cementu (według PN-EN i Instrukcji ITB 206/77) oraz w wartości współczynnika woda/cement (tylko według PN-EN 206-1, która wprowadziła pojęcie współczynnika  $k$ ),
- obie normy nie ograniczają maksymalnej ilości popiołu lotnego w mieszance betonowej, natomiast
  - PN-EN ogranicza zawartość popiołu lotnego uwzględnianego w wartości współczynnika  $k$  (jako substytut części cementu portlandzkiego) poprzez warunek: popiół lotny/cement  $\leq 0,33$  masowo,

– Instrukcja ITB 206/77 ogranicza zawartość popiołu lotnego do 30% masy cementu w betonach zbrojonych i stanowi, że dodatku popiołu lotnego nie należy stosować do betonów sprężonych oraz w konstrukcjach betonowych, w których grubość otuliny zbrojenia jest mniejsza niż 2 cm.

## 4. Specyfikacja betonu

Specyfikacja to termin zawarty w PN-EN 206-1 i zdefiniowany następująco: *Specyfikacja to końcowe zestawienie udokumentowanych wymagań technicznych dotyczących wykonania lub składu betonu, podane producentowi*. Specyfikujący powinien zatem zapewnić, aby wszystkie istotne wymagania dotyczące właściwości betonu zawierały się w specyfikacji przekazanej producentowi, a ponadto uwzględnić:

- przeznaczenie mieszanki betonowej i stwardniałego betonu,
- warunki pielęgnacji,
- wymiary konstrukcji,
- oddziaływanie środowiska, na które będzie narażona konstrukcja,
- wszelkie wymagania dotyczące odsłoniętego kruszywa lub mechanicznego wykończenia powierzchni betonu,
- wszelkie wymagania dotyczące otuliny zbrojenia lub minimalnego rozstawu między zbrojeniem,
- wszelkie ograniczenia dotyczące stosowania składników o ustalonej przydatności.

Do stosowania prawidłowego nazewnictwa przy określaniu specyfikacji użyteczne są definicje zawarte w PN-EN 206-1:

**Beton wytworzony na budowie** – beton wyprodukowany na placu budowy przez wykonawcę na jego własny użytek.

**Beton towarowy** – beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę nie będącą wykonawcą. W znaczeniu normy betonem towarowym jest również:

- beton produkowany przez wykonawcę poza miejscem budowy,
- beton produkowany na miejscu budowy, ale nie przez wykonawcę.

**Prefabrykowany wyrób betonowy** – wyrób betonowy formowany i dojrzewający w miejscu innym niż ostateczne miejsce jego zastosowania.

**Beton zwykły** – beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ , ale nie przekraczającej  $2600 \text{ kg/m}^3$ .

**Beton lekki** – beton o gęstości w stanie suchym nie mniejszej niż  $800 \text{ kg/m}^3$  i nie większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ . Beton ten jest produkowany z zastosowaniem wyłącznie lub częściowo kruszywa lekkiego.

**Beton ciężki** – beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2600 \text{ kg/m}^3$ .

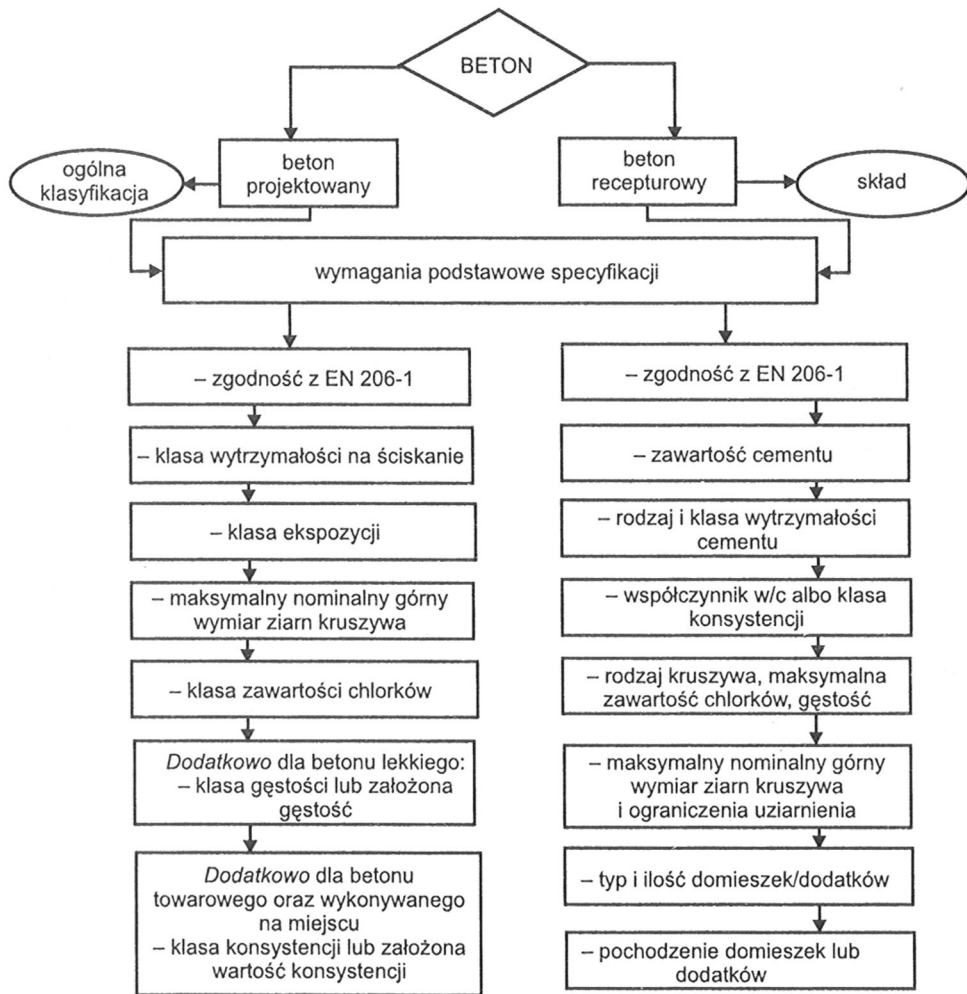
**Beton wysokiej wytrzymałości** – beton klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż C50/60 w przypadkach betonu zwykłego lub betonu ciężkiego i beton klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż LC50/55 w przypadku betonu lekkiego.

**Beton projektowany** – beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi, odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami.

**Beton recepturowy** – beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu o tak określonym składzie.

**Normowy beton recepturowy** – beton recepturowy, którego skład jest podany w normie przyjętej w kraju stosowania betonu.

Na rysunku 6 schematycznie przedstawiono podstawowe wymagania specyfikacji dla betonu projektowanego i recepturowego.



Rys. 6. Podstawowe dane, jakie powinna spełniać specyfikacja betonu

Fig. 6. Specification of concrete – basic data

## 5. Dostawa mieszanki betonowej

Ważnym elementem związanym z wbudowaniem mieszanki betonowej jest komunikacja pomiędzy producentem betonu a wykonawcą. Poniżej zestawiono istotne informacje, które powinny być przekazywane pomiędzy wykonawcą a producentem.

### INFORMACJE WYKONAWCY DLA PRODUCENTA BETONU

Wykonawca powinien uzgodnić z producentem:

- datę, godzinę i wielkość dostawy
- oraz tam gdzie to właściwe, informować producenta o:
- specjalnym transporcie na budowie,
  - specjalnych metodach układania,
  - ograniczeniach dotyczących pojazdu dostawczego, na przykład o jego rodzaju (urządzenie mieszające, niemieszające), wielkości, wysokości lub masie brutto.

### INFORMACJE PRODUCENTA BETONU DLA WYKONAWCY

Wykonawca może wymagać informacji dotyczących składu betonu, które umożliwią właściwe układanie i pielęgnację mieszanki betonowej, jak również oszacowanie rozwoju wytrzymałości. Jeśli to właściwe, takie informacje producent powinien podać na życzenie przed dostawą mieszanki betonowej. Na życzenie wykonawcy należy też przekazać następujące informacje dotyczące betonu projektowanego:

- rodzaj i klasa wytrzymałości cementu oraz rodzaj kruszywa,
- typ domieszek, typ i zawartość dodatków, jeśli są stosowane,
- założony współczynnik woda/cement,
- wyniki istotnych wcześniejszych badań betonu, na przykład z kontroli produkcji lub z badań wstępnych,
- rozwój wytrzymałości,
- pochodzenie składników.

W przypadku betonu towarowego mogą być również na życzenie wykonawcy udostępnione informacje uzyskane przez powołanie składu betonów z katalogu, w którym są podane szczegóły dotyczące klas wytrzymałości, klas konsystencji, wielkości zarobu oraz innych istotnych danych.

Przy określaniu czasu dojrzewania informacje o rozwoju wytrzymałości betonu mogą być podane albo według tablicy 13, albo w postaci krzywej rozwoju wytrzymałości między 2 dniem a 28 dniem dojrzewania betonu w temperaturze 20°C.

Tablica 13. Rozwój wytrzymałości betonu w 20°C [ 2 ]  
Table 13. Strength development of concrete at 20°C [2]

Rozwój wytrzymałości	Ocena współczynnika wytrzymałości $f_{cm,2} / f_{cm,28}$
Szybki	$\geq 0,5$
Umiarkowany	$\geq 0,3$ do $< 0,5$
Wolny	$\geq 0,15$ do $< 0,3$
Bardzo wolny	$< 0,15$

Współczynnik wytrzymałości, charakteryzujący rozwój wytrzymałości, jest stosunkiem średniej wytrzymałości na ściskanie po 2 dniach dojrzewania ( $f_{cm,2}$ ) do średniej wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania ( $f_{cm,28}$ ), określonym na podstawie badań wstępnych lub znanych właściwości użytkowych betonu o porównywalnym składzie.

Producent powinien poinformować wykonawcę o zagrożeniach dla zdrowia mogących wystąpić w kontakcie z mieszanką betonową spełniającą postanowienia przyjęte w kraju stosowania mieszanki betonowej.

## 6. Dowód dostawy betonu towarowego według PN-EN 206-1

Przy dostawie każdego ładunku mieszanki betonowej producent powinien dostarczyć wykonawcy dowód dostawy, na którym są wydrukowane lub napisane ręcznie następujące informacje:

- nazwa wytwórni betonu towarowego,
- numer dowodu dostawy,
- data i godzina załadunku, na przykład godzina pierwszego kontaktu cementu i wody,
- numer rejestracyjny ciężarówki lub identyfikacja pojazdu,
- nabywca,
- nazwa i lokalizacja miejsca dostawy,
- szczegóły lub powołania specyfikacji, na przykład numer przepisu, numer zamówienia,
- ilość mieszanki betonowej w metrach sześciennych,
- deklaracja zgodności z powołaniem na specyfikację oraz PN-EN 206-1,
- nazwa lub oznaczenie jednostki certyfikującej (jeśli to aktualne),
- godzina dostawy betonu na miejsce,
- godzina rozpoczęcia rozładunku,
- godzina zakończenia rozładunku.

Dowód dostawy powinien dodatkowo zawierać następujące dane odnośnie do

– betonu projektowanego:

- klasę wytrzymałości,
- klasy ekspozycji,
- klasę zawartości chlorków,
- klasę konsystencji lub jej założoną wartość,
- wartości graniczne składu betonu, jeśli są określone,
- rodzaj i klasę wytrzymałości cementu, jeśli są określone,
- typ domieszki i typ dodatku, jeśli są określone,
- właściwości specjalne, jeśli są wymagane,
- maksymalny nominalny górny wymiar ziarn kruszywa,
- w przypadku betonu lekkiego lub ciężkiego: klasę gęstości lub założoną gęstość;

– betonu recepturowego:

- szczegóły dotyczące składu, na przykład zawartość cementu i, jeśli to wymagane, typ domieszki,
- współczynnik w/c albo klasę konsystencji lub jej założoną wartość, jeśli są określone,
- maksymalny nominalny górny wymiar ziarn kruszywa.

W przypadku normowego betonu recepturowego informacje, które mają być podane, powinny spełniać wymagania odpowiedniej normy.

## 8. Podsumowanie

Norma PN-EN 206-1 ma status aktualnej od 2003 r., wprowadza liczne zmiany w porównaniu do rozwiązań prezentowanych w PN-88/B-06250, która została wycofana w 2004 r. Jednak producenci betonu, a także wiele specyfikacji projektowych nadal bazuje na normie mającej status wycofanej. Projektanci konstrukcji, posługując się PN-B-03264 dotyczącą projektowania konstrukcji betonowych, żelbetowych i sprężonych, powołują się na PN-EN 206-1 jedynie w zakresie oznaczenia klas betonu i bardzo ogólnie klas agresywnego oddziaływania środowiska. Natomiast cały obszar związany z zapewnieniem trwałości oraz z zarządzaniem jest pominięty. Zalecenie zastosowania odpowiedniej wytrzymałości tylko na podstawie uwarunkowania konstrukcyjnego jest niewystarczające do zapewnienia trwałości betonu, a więc i trwałości całego obiektu budowlanego. Pociąga to za sobą wiele konsekwencji, między innymi:

- brak jednolitych ustaleń i porównywalnych kryteriów zgodności,
- brak płaszczyzny porozumienia pomiędzy specyfikującym a dostawcą betonu,
- brak udokumentowanego nadzoru nad produkcją, układaniem, zagęszczaniem i pielęgnacją betonu,
- generowanie kosztów związanych z dostarczaniem wyrobu wadliwego.

Reasumując, można stwierdzić, że norma PN-EN 206-1 wprowadza nowe pojęcia oraz zmienia dotychczasowy sposób podejścia przy realizowaniu określonej budowy. Norma ta wprowadza pojęcie jakości. Jakość po raz pierwszy zdefiniował Platon jako „pewien stopień doskonałości”. Obecnie można powiedzieć, że jakość to zespół właściwości jednostki, dzięki którym jednostka ta jest w stanie zaspokajać ustalone lub założone potrzeby. Taką potrzebą na rynku budowlanym jest budowanie nie tylko z uwzględnieniem warunku wytrzymałości, ale również biorąc pod uwagę aspekty trwałościowe. Prawidłowo stosując normę PN-EN 206-1, wbudowany beton będzie miał właściwości spełniające wymagania klas ekspozycji agresywnego oddziaływania środowiska.

## Bibliografia

- [1] PN-88/B-06250 Beton zwykły
- [2] PN-EN 206-1 Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [3] Beton według normy PN-EN 206-1 Komentarz. Praca zbiorowa, Wyd. „Polski Cement”, Kraków 2004
- [4] PN-B-03264:2002/Ap1 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [5] ISO 3893:1977 Concrete – Classification by compressive strength
- [6] Brunarski L.: Nowe normowe kryteria zgodności wytrzymałości betonu, Budownictwo, technologia, architektura. *Polski Cement*, kwiecień-czerwiec 2004
- [7] Betonowe ABC. Parametry mieszanki betonowej i stwardniałego betonu – porównanie norm PN-EN 206-1 i PN-88/B-06250

- [8] Kon E., Mierzwa J., Nowak-Michta A.: Korelacje w normowych pomiarach konsystencji mieszanek betonowych oznaczanych według PN-EN 206-1. XIX Konferencja Naukowo-Techniczna „Beton i prefabrykacja”, Jadwisin – Serock 2004
- [9] Coppola L. – Enco Srl, Trwałość budowli z betonu według norm europejskich. Materiały seminaryjne, Kraków 2000
- [10] PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

THE DIFFERENCES BETWEEN: PN-88/B-06250 „ORDINARY CONCRETE”  
AND PN-EN 206-1:2003 „CONCRETE – PART 1: SPECIFICATION PERFORMANCE,  
PRODUCTION AND CONFORMITY

Summary

In this paper the differences between: PN-88/B-06250 „Ordinary concrete” and PN-EN 206-1:2003 „Concrete – Part 1: Specification performance, production and conformity were presented”. In report, the changes in concrete production associated with PN-EN 206-1 implementation was described.

*Praca wpłynęła do Redakcji 15 I 2008*