

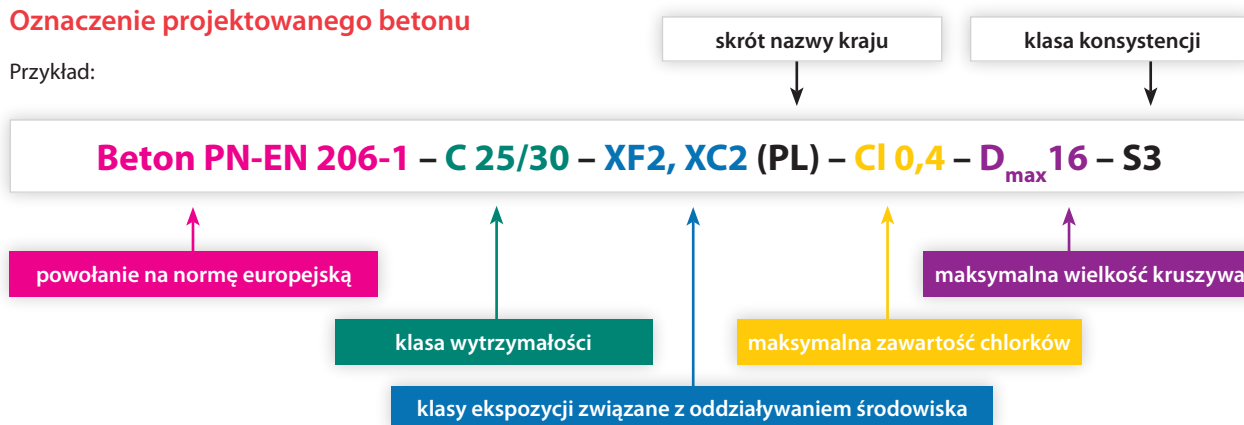
Od lipca 2004 roku przy produkcji betonu producentów obowiązuje norma PN-EN 206 – 1
Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

Ten poradnik ma pomóc zorientować się szybko w obowiązującej normie. Na poniższych stronach są przedstawione:

- Oznaczenie betonów
- Klasy wytrzymałości na ściskanie betonów
- Konsystencja świeżej mieszanki betonowej
- Temperatura mieszanki betonowej
- Wykonanie i pielęgnacja próbek
- Pobieranie próbek i wykonywanie badań
- Klasy ekspozycji związane z oddziaływaniem środowiska
- Wartości graniczne dotyczące składu oraz właściwości betonu
- Wartości graniczne klas ekspozycji związanych z ochroną betonu przy korozji wywołanej agresją chemiczną środowiska (XA ...)
- Zawartość chlorków w betonie
- Wykaz najczęściej używanych norm

Oznaczenie projektowanego betonu

Przykład:



Przykład oznaczenia projektowanego betonu z dodatkowym wymaganiem (odporność na przesiąkanie wody):

Beton PN-EN 206-1 – C 25/30 – XF2, XC2 (PL) – Cl 0,4 – D_{max} 16 – S3 - max. przesiąkanie 50 mm wg PN-EN 12390-8

Porównanie klas wytrzymałości betonu wg różnych norm

PN-88/B-06250 i PN-B-03264		PN-EN 206-1					
Beton zwykły		Beton zwykły i ciężki			Beton lekkie		
Klasa betonu	Wytrzymałość gwarantowana (próbki sześciennie) $f_{c,cube}^o$ (MPa)	Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość charakterystyczna (próbki walcowe) $f_{ck,cyl}$ (MPa)	Wytrzymałość charakterystyczna (próbki sześciennie) $f_{ck,cyl}$ (MPa)	Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość charakterystyczna (próbki walcowe) $f_{ck,cyl}$ (MPa)	Wytrzymałość charakterystyczna ⁴⁾ (próbki sześciennie) $f_{ck,cyl}$ (MPa)
B 10 ¹⁾	10	C 8/10	8,0	10,0	LC 8/9	8,0	9,0
B 15	15	C 12/15	12,0	15,0	LC 12/13	12,0	13,0
B 20	20	C 16/20	16,0	20,0	LC 16/18	16,0	18,0
B 25	25	C 20/25	20,0	25,0	LC 20/22	20,0	22,0
B 30	30	C 25/30	25,0	30,0	LC 25/28	25,0	28,0
B 37 ²⁾	37	C 30/37	30,0	37,0	LC 30/33	30,0	33,0
B 45	45	C 35/45	35,0	45,0	LC 35/38	35,0	38,0
B 50	50	C 40/50	40,0	50,0	LC 40/44	40,0	44,0
B 55 ³⁾	55	C 45/55	45,0	55,0	LC 45/50	45,0	50,0
B 60 ³⁾	60	C 50/60	50,0	60,0	LC 50/55	50,0	55,0
B 65 ³⁾	65	C 55/67	55,0	67,0	LC 55/60	55,0	60,0
B 70 ³⁾	70	C 60/75	60,0	75,0	LC 60/66	60,0	66,0
-	-	C 70/85	70,0	85,0	LC 70/77	70,0	77,0
-	-	C 80/95	80,0	95,0	LC 80/88	80,0	88,0
-	-	C 90/105	90,0	105,0	-	-	-
-	-	C 100/115	100,0	115,0	-	-	-

¹⁾ klasa betonu B 10 występowała tylko w PN-88/B-06250; wg PN-B-03264:2002 wyróżnia się również B 7,5 oraz B 12,5

²⁾ w PN-88/B-06250 nie występowała klasa B37, natomiast norma ta wyróżnia klasę B 35 i B 40 których brak jest w PN-B-03264:2002

³⁾ klasy B 55, B 60, B 65 oraz B 70 występują tylko w PN-B-03264:2002, nie występują w PN-88/B-06250

⁴⁾ norma PN-EN 206-1 dopuszcza przyjmowanie innych wartości, jeżeli ustali się z wystarczającą dokładnością oraz udokumentuje zależności między tymi wartościami i odpowiednią wytrzymałością oznaczoną na walcach

Konsystencja mieszanki betonowej

Konsystencję mieszanki betonowej, jeśli powinna być oznaczana należy badać w czasie jej wbudowywania, a w przypadku betonu towarowego - w czasie dostawy.

Pomiar konsystencji dokonuje się jedną z metod wg norm PN-EN 12 350 część 2-5.

Ze względu na brak danych dotyczących czułości metod poza pewnymi wartościami konsystencji, zaleca się stosowanie tych metod w następujących zakresach:

- metoda opadu stożka, w zakresie ≥ 10 mm i ≤ 210 mm
- metoda VeBe, w zakresie > 5 s i ≤ 30 s
- metoda rozplýwu, w zakresie > 340 mm i ≤ 620 mm
- metoda stopnia zagęszczenia, w zakresie $\geq 1,04$ i $< 1,46$

Przy klasyfikacji betonów wysokiej konsystencji stosuje się metodę rozplýwu.

Konsystencja mieszanki może być określana albo za pomocą klasy konsystencji, albo - w szczególnych przypadkach - przez przyjęte wartości, których tolerancje podano poniżej:

- a) ± 10 mm przy opadzie stożka do 40 mm
- b) ± 20 mm przy opadzie stożka od 50 do 90 mm
- c) ± 30 mm przy opadzie stożka ≥ 100 mm
- d) ± 1 s przy czasie VeBe ≤ 5 s
- e) ± 2 s przy czasie VeBe od 10 do 6 s
- f) ± 3 s przy czasie VeBe ≥ 11 s
- g) ± 30 mm przy metodzie średnicy rozplýwu
- h) $\pm 0,05$ przy stopniu zagęszczalności $\leq 1,10$
- i) $\pm 0,08$ przy stopniu zagęszczalności od 1,25 do 1,11
- j) $\pm 0,10$ przy stopniu zagęszczalności $\geq 1,26$

Klasy konsystencji według 4.2.1. PN-EN 206-1:

Metoda opadu stożka

Klasa	Opad stożka (mm)
S 1	10 - 40
S 2	50 - 90
S 3	100 - 150
S 4	160 - 210
S 5	≥ 220

Metoda VeBe

Klasa	VeBe (s)
V 0	≥ 31
V 1	21 - 30
V 2	11 - 20
V 3	6 - 10
V 4	3 - 5

Metoda rozplýwu

Klasa	Rozplýw (mm)
F 1	≤ 340
F 2	350 - 410
F 3	420 - 480
F 4	490 - 550
F 5	560 - 620
F 6	≥ 630

Metoda stopnia zagęszczenia

Klasa	Stopień zagęszczenia
C 0	$\geq 1,46$
C 1	1,26 - 1,45
C 2	1,11 - 1,25
C 3	1,04 - 1,10

Temperatura mieszanki betonowej:

- temperatura świeżej mieszanki betonowej nie może przekroczyć $+ 30$ °C
- jeśli temperatura powietrza jest mniejsza niż -3 °C temperatura betonu w czasie betonowania nie może być mniejsza niż $+ 10$ °C
- jeśli temperatura powietrza jest w zakresie od $+ 5$ °C do $- 3$ °C temperatura betonu w czasie betonowania nie może być mniejsza niż $+ 5$ °C
- temperatura betonu nie może być mniejsza niż $+ 10$ °C jeśli ilość cementu w betonie jest mniejsza niż 240 kg na 1 m³ betonu, albo jeśli użyty został cement z niskim ciepłem hydratacji

Pielęgnacja próbek

Według normy PN-EN 12390-2 Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych, należy:

- Próbki do badania pozostawić w formach przez conajmniej 16 godzin, lecz nie dłużej niż 3 dni, zabezpieczając je przed wstrząsami, wibracją oraz utratą wody, w temperaturze 20 °C ± 5 °C (lub 25 °C ± 5 °C w przypadku gorącego klimatu).
- Po wyjęciu z form, pielęgnować próbki aż do chwili badania w wodzie o temperaturze 20 °C ± 2 °C, lub w komorze klimatycznej w temperaturze 20 °C ± 2 °C i wilgotności względnej ≥ 95 %.
- Sposoby pielęgnacji, odbiegające od przedstawionych w b), mogą być podobne do rozwiązań szczegółowych opisanych w b)

Uwaga 1: W przypadku wrażliwości, przechowywanie w wodzie powinno być metodą odniesienia.

Uwaga 2: Utrzymanie i pomiar wysokiej wilgotności ≥ 95 % w temperaturze 20 °C ± 2 °C nie jest proste. Zaleca się regularne sprawdzanie, czy powierzchnie znajdujących się w komorze próbek są stale wilgotne.

Produkcja, wbudowanie i rozformowanie betonu w czasie niskich temperatur

- betoniarnia produkująca beton w niskich temperaturach musi być wyposażona w urządzenie do pomiaru temperatury mieszanki betonowej
- wykonawca prac betoniarskich musi zabezpieczyć ochronę świeżego betonu przed zamarznięciem (nadmuch ciepłego powietrza na przykrytą powierzchnię betonu, docieplenie form i szalunków) - do czasu kiedy nie grozi zniszczenie betonu przez mróz (osiągnięcie wytrzymałości min 5 MPa)
- przy wykonywaniu konstrukcji betonowych w temperaturach mniejszych niż $+ 10$ °C czas pozostawiania betonu w szalunku należy wydłużyć
- na szybkość rozformowania betonu wpływają:
 - temperatura środowiska, form, betonu w czasie wbudowania i twardnienia
 - grubość konstrukcji betonowej
 - receptura mieszanki betonowej
 - użycie domieszek i dodatków

Transport próbek

We wszystkich etapach transportu próbek konieczne jest zabezpieczenie ich przed wysuszeniem oraz zmianą temperatury, np. przez ułożenie stwardniałych próbek w mokrym piasku, wiórkach, przykrycie mokrą tkaniną lub włożenie do worków plastikowych wypełnionych wodą.

Plan pobierania i badania próbek

Próbki mieszanki betonowej należy losowo wybierać i pobierać zgodnie z PN-EN 12350 – 1.

Próbki należy pobierać po każdym dodaniu wody lub domieszek do mieszanki betonowej na odpowiedzialność producenta. Dopuszcza się pobieranie próbek przed dodaniem domieszki uplastyczniającej lub upłynniającej, w przypadku potwierdzenia w badaniach wstępnych, że domieszka w ilościach, w których ma być stosowana, nie wywiera negatywnego wpływu na wytrzymałość betonu.

W przypadku betonu lekkiego próbki należy pobierać w miejscu dostawy.

Wynik badania należy uzyskiwać z pojedynczej próbki do badania lub stanowić średnią z wyników co najmniej dwóch próbek do badania wykonanych z tej samej próbki mieszanki i badanej w tym samym wieku.

Gdy co najmniej dwie próbki do badania są wykonane z jednej próbki mieszanki, a zbadane wartości różnią się więcej niż o 15% od średniej, wówczas wyniki te należy pominąć, chyba że analiza danego przypadku nie wykaże racjonalnego powodu, uzasadniającego pominięcie pojedynczego wyniku badania.

Minimalna częstotliwość pobierania próbek dla produkcji początkowej i ciągłej przedstawia tabela obok.

Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności

Produkcja	Minimalna częstotliwość pobierania próbek		
	Pierwsze 50 m ³ produkcji	Po pierwszych 50 m ³ produkcji ^{a)}	
		Beton z certyfikatem kontroli produkcji	Beton bez certyfikatu kontroli produkcji
Początkowa (do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań)	3 próbki (rozumie się 3 wyniki badań)	1 / 200 m ³ lub 2 / tydzień produkcji	1 / 150 m ³ lub 2 / tydzień produkcji
Ciągła ^{b)} (po uzyskaniu co najmniej 35 wyników badań)	–	1 / 400 m ³ lub 1 / tydzień produkcji	
^{a)} Pobieranie próbek powinno być rozłożone w czasie produkcji i nie zaleca się pobierania więcej niż jednej próbki z każdego 25 m ³ mieszanki ^{b)} Gdy odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników badań przekracza 1,37 σ , częstotliwość pobierania próbek należy zwiększyć do częstotliwości wymaganej dla produkcji początkowej, do uzyskania następnych 35 wyników badań.			

Klasy ekspozycji betonu związane z oddziaływaniem środowiska:

- X0 Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją
- XC Korozja spowodowana karbonatyzacją
- XD Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej
- XS Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej
- XF Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania bez środków odładzających albo ze środkami odładzającymi
- XA Korozja spowodowana agresją chemiczną
- XM Agresja wywołana ścieraniem

Klasy ekspozycji

Oznaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
1	Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją	
X0	Dotyczy betonów niezbrojonych i niezawierających innych elementów metalowych: wszystkie środowiska z wyjątkiem przypadków występowania zamrażania/rozmarzania, ścierania lub agresji chemicznej Dotyczy betonów zbrojonych lub zawierających inne elementy metalowe: bardzo suche	Beton wewnątrz budynków o bardzo niskiej wilgotności powietrza
2	Korozja spowodowana karbonatyzacją	
W przypadku, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe, jest narażony na kontakt z powietrzem i wilgocią, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób: <i>UWAGA: Warunki wilgotnościowe dotyczą warunków w otulinie betonowej zbrojenia lub innych elementów metalowych, ale w wielu przypadkach wilgotność otuliny betonowej może odzwierciedlać warunki otaczającego środowiska. W tych przypadkach klasyfikacja otaczającego środowiska może być wystarczająca. Sytuacja, gdy między betonem a jego otoczeniem istnieje jakaś bariera, nie może stanowić takiego przypadku.</i>		
XC1	Suche lub stale mokre	Beton wewnątrz budynków o niskiej wilgotności powietrza Beton stale zanurzony w wodzie

Ozaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
XC2	Mokre, sporadycznie suche	Powierzchnie betonu narażone na długotrwały kontakt z wodą Najczęściej fundamenty
XC3	Umiarkowanie wilgotne	Beton wewnątrz budynków o umiarkowanej lub wysokiej wilgotności powietrza Beton na zewnątrz osłonięty przed deszczem
XC4	Cyklicznie mokre i suche	Powierzchnie betonu narażone na kontakt z wodą, ale nie jak w klasie ekspozycji XC2
3 Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej		
W przypadku, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe jest narażony na kontakt z wodą zawierającą chlorki, w tym sole odładowe, pochodzące z innych źródeł niż woda morska, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób: <i>Uwaga: Odnośnie do warunków wilgotnościowych, patrz niniejsza tablica, sekcja 2.</i>		
XD1	Umiarkowanie wilgotne	Powierzchnie betonu narażone na działanie chlorków z powietrza
XD2	Mokre, sporadycznie suche	Baseny Beton narażony na działanie wody przemysłowej zawierającej chlorki
XD3	Cyklicznie mokre i suche	Elementy mostów narażone na działanie rozpylonych cieczy zawierających chlorki. Nawierzchnie dróg. Płyty parkingów
4 Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej		
W przypadku, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe jest narażony na działanie chlorków pochodzących z wody morskiej, znajdujących się w wodzie lub powietrzu, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób:		
XS1	Narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale nie na bezpośredni kontakt z wodą morską	Konstrukcje zlokalizowane na wybrzeżu lub w jego pobliżu
XS2	Stałe zanurzenie	Elementy budowli morskich
XS3	Strefy pływów, rozbryzgów i aerozoli	Elementy budowli morskich
5 Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania bez środków odładowych albo ze środkami odładowymi		
W przypadku, gdy beton w stanie mokrym jest narażony na znaczną agresywność cyklicznego zamrażania/rozmarzania, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób:		
XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odładowych	Pionowe powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamrażanie
XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odładowymi	Pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych narażone na zamrażanie i działanie środków odładowych z powietrza
XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odładowych	Poziome powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamrażanie
XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odładowymi lub wodą morską	Jeźdnie dróg i mostów narażone na działanie środków odładowych. Powierzchnie betonowe narażone bezpośrednio na działanie aerozoli zawierających środki odładowe i zamrażanie. Strefy rozbryzgu w budowlach morskich narażone na zamrażanie.
6 Agresja chemiczna		
W przypadku gdy beton jest narażony na agresję chemiczną gruntów naturalnych lub wody gruntowej, jak podano w następnej tablicy (tablica 2 PN-EN 206-1), ekspozycja powinna być klasyfikowana w sposób przedstawiony poniżej. Klasyfikacja wody morskiej zależy od położenia geograficznego, a zatem stosuje się klasyfikację przyjętą w kraju stosowania betonu. <i>UWAGA: Aby określić właściwe warunki ekspozycji, może być niezbędne wykonanie specjalnych badań w przypadkach:</i> - wartości spoza zakresu tablicy 2 PN-EN 206-1, - innych agresywnych substancji chemicznych, - gruntów lub wody zanieczyszczonych chemicznie, - dużego przepływu wody zawierającej substancje chemiczne uwzględnione w tablicy 2 PN-EN 206-1		
XA1	Środowisko chemicznie mało agresywne	
XA2	Środowisko chemicznie średnio agresywne	
XA3	Środowisko chemicznie silnie agresywne	
7 Agresja wywołana ścieraniem (PN-B-06265)		
W przypadku, gdy powierzchnia betonu narażona jest na obciążenie mechaniczne, oddziaływanie środowiska należy klasyfikować w następujący sposób:		
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 wypadowe

Środowisko chemicznie agresywne

Wartości graniczne klas ekspozycji dotyczących agresji chemicznej gruntów naturalnych i wody gruntowej				
Podana niżej klasyfikacja środowisk agresywnych chemicznie dotyczy gruntów naturalnych i wody gruntowej o temperaturze między +5 °C i +25 °C oraz przepływu wody dostatecznie małym, aby warunki uznać za statyczne. Klasę ekspozycji określa najbardziej niekorzystna wartość dla dowolnej pojedynczej charakterystyki chemicznej. Gdy dwie lub więcej agresywnych charakterystyk wskazuje na tę samą klasę, środowisko należy zakwalifikować do następnej, wyższej klasy, chyba że specjalne badania dotyczące tego szczególnego przypadku wykażą że nie jest to konieczne.				
Charakterystyka chemiczna	Powołana metoda badawcza	XA1	XA2	XA3
Woda gruntowa				
SO ₄ ²⁻ mg / liter	EN 196 – 2	≥ 200 i ≤ 600	≥ 600 i ≤ 3 000	≥ 3 000 i ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 i ≥ 5,5	≤ 5,5 i ≥ 4,5	≤ 4,5 i ≥ 4,0
CO ₂ agresywny mg / liter	prEN 13577:1999	≥ 15 i ≤ 40	≥ 40 i ≤ 100	≥ 100 aż do nasycenia
NH ₄ ⁺ mg / liter	ISO 7150-1 lub ISO 7150-2	≥ 15 i ≤ 30	≥ 30 i ≤ 60	≥ 60 i ≥ 100
Mg ²⁺ mg / liter	ISO 7980	≥ 300 i ≤ 1 000	≥ 1 000 i ≤ 3 000	≥ 3 000 aż do nasycenia
Grunt				
SO ₄ ²⁻ mg / kg ^{a)} całkowite	EN 196-2 ^{b)}	≥ 2 000 i ≤ 3 000	≥ 3 000 ^{c)} i ≤ 12 000	≥ 12 000 i ≥ 24 000
Kwasowość ml / kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann-Gully	nie spotykane w praktyce	
^{a)} Grunty ilaste o przepuszczalności poniżej 10 ⁻⁵ m / s można zakwalifikować do niższej klasy ^{b)} Metoda badania przewiduje ekstrakcję SO ₄ ²⁻ z użyciem kwasu chlorowodorowego Można zastosować ekstrakcję wodną, jeżeli przeprowadzono już takie badania w miejscu zastosowania betonu. ^{c)} Ograniczenie do 3 000 mg / kg należy zmniejszyć do 2000 mg / kg w przypadku, gdy istnieje ryzyko akumulacji jonów siarczanowych w betonie na skutek cyklicznego wysychania i nawilżania lub podciągania kapilarnego.				

Zalecane wartości graniczne składu oraz właściwości betonu z uwzględnieniem PN-B-06265

Brak zagrożenia agresją środowiska	Klasy ekspozycji																				
	Korozja spowodowana karbonatyzacją				Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej			Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej			Zamrażanie i rozmrażanie				Środowiska chemicznie agresywne			Agresja wywołana ścieraniem ^{a)}			
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Maksymalne w/c	-	0,65	0,60	0,60	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45
Minimalna klasa wytrzymałości	C 8/10	C 16/20	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45
Minimalna ilość cementu (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	300	300	320
Min. zawartość CEM I 32,5 i CEM II/A 32,5 przy k=0,2 (kg/m ³)	-	250	260	260	280	280	300	280	280	280	300	280	b)	b)	b)	280	300	330	280	280	300
Min. zawartość CEM I 42,5 i CEM II/A 42,5 przy k=0,4 (kg/m ³)	-	240	250	250	270	270	270	280	270	270	270	270	b)	b)	b)	260	270	300	260	260	280
Min. zawartość powietrza (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^{d)}	4,0 ^{d)}	4,0 ^{d)}	-	-	-	-	-	-
Inne wymagania												d)				Cement odporny na siarczany ^{e)}			f)	g)	

^{a)} zaleca się stosowanie kruszywo do 4 mm, składających się głównie z kwarcu lub materiałów co najmniej o tej samej twardości; frakcje grubsze - ze skał magmowych, metamorficznych lub tworzyw sztucznych o dużej odporności na ścieranie. Powierzchnia betonu może być uszlachetniona materiałami odpornymi na ścieranie. W przypadku gdy nawierzchnia jest eksploatowana przez wózki na rolkach stalowych lub pojazdy gąsienicowe - w klasach XM2 i XM3 zaleca się stosowanie dodatku ziarnistych opiółków stalowych lub granulowanego śrutu żeliwnego, zastępczo za grube frakcje piasku i żwiru od 2 do 4 mm. Zastępstwo to dotyczy równoważnej objętości właściwej kruszywa przez taką samą objętość właściwą dodatku w ilości nie większej niż 100 dm³

^{b)} stosowanie dodatków typu II jest dopuszczalne, lecz nie jako ekwiwalent części zawartości cementu oraz bez możliwości uwzględnienia tego dodatku przy określeniu w/c

^{c)} jeśli 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

^{d)} kruszywo zgodne z PN-EN 12620, o odpowiedniej odporności na zamrażanie/rozmarzanie

^{e)} gdy zawartość SO₄²⁻ wskazuje na klasy ekspozycji XA2 oraz XA3, stosuje się cement o wysokiej odporności na siarczany HSR, zgodny z PN-B-19707

^{f)} pielęgnacja powierzchni betonu np. poprzez próżniowanie i wygładzanie betonu

^{g)} kruszywo o dużej odporności na ścieranie

Zalecane postępowanie przy bezpośredniej ochronie betonu przy agresji spowodowanej wpływem środowiska (XA ...)

		Rodzaj agresji chemicznej gruntów i/lub wody														
		Agresja SO_4^{2-}			Agresja Mg^{2+}			Agresja kwasowa			Agresja CO_2			Agresja NH_4^+		
Oznaczenie klasy ekspozycji ^{a) b) c)}		XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3	XA1	XA2	XA3
1	Warunki oddziaływania gruntu i/lub wody	Klasyfikacja środowisk agresywnych chemicznie dotyczy gruntów naturalnych i wody gruntowej o temperaturze między +5 °C i +25 °C, w konstrukcjach o żywotności większej niż 50 lat i mniejszej niż 100 lat. Przepływu wody jest dostatecznie mały, aby warunki uznać za statyczne.														
2	Minimalna grubość konstrukcji	Beton zwykły 300 mm														
3	Użyty rodzaj cementu	Cement z niską odpornością na siarczany ^{d)}	Cement z wysoką odpornością na siarczany ^{f)}	Cement z wysoką odpornością na siarczany ^{f)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Użyta domieszka lub dodatek ^{d)}	Popiół lotny lub drobno mielony żużel wielkopiecowy	Pył krzemionkowy lub mielony zeolit	Pył krzemionkowy lub mielony zeolit, domieszka napowietrzająca	-	-	Pył krzemionkowy	-	Mielony zeolit, kombinacja zeolitu i pyłu krzemionkowego	Mielony zeolit, kombinacja zeolitu i pyłu krzemionkowego	-	-	Pył krzemionkowy i domieszka plastyfikująca	-	-	-

a) Oznaczenie klasy ekspozycji dotyczące agresji gruntów i/lub wody wg tabeli ŚRODOWISKO CHEMICZNIE AGRESYWNE
b) Klasa ekspozycji zwiększy się o 1 klasę, jeśli:
- temperatura gruntu lub wody jest wyższa niż +25 °C, i niższa niż +50 °C;
- przewidywany okres eksploatacji konstrukcji jest dłuższy niż 100 lat;
- przepływ wody jest wyższy niż 2 m/s;
- dwie lub więcej agresywnych charakterystyk wskazują na tę samą klasę, chyba że specjalne badania dotyczące tego przypadku wykażą że nie jest to konieczne;
- gdy grunt i/lub woda oddziałuje na sprężoną konstrukcję betonową
c) Klasa ekspozycji zmniejszy się o 1 klasę jeśli konstrukcja znajduje się w gruntach ilastych o przepuszczalności poniżej 10^{-5} m/s
d) Dodatki i domieszki muszą spełniać warunki określone w rozdziale 5 normy PN-EN 206-1: 2002
e) Za cement z niską odpornością na siarczany uważa się cement portlandzki z zawartością C_3A w klinkierze mniejszym niż 8 % wagowo
f) Za cement z wysoką odpornością na siarczany uważa się cement portlandzki z zawartością C_3A w klinkierze mniejszym niż 3,5 % wagowo

Zawartość chlorków w betonie

Według PN-EN 206-1 zawartość chlorków w betonie, określana jako procentowa zawartość jonów chloru w odniesieniu do masy cementu, nie powinna przekraczać wartości w wybranej klasie podanej w poniższej tabeli.

Zastosowanie betonu	Klasa zawartości chlorków ^{a)}	Maksymalna zawartość Cl ⁻ odniesiona do masy cementu ^{b)}
Bez zbrojenia stalowego lub innych elementów metalowych, z wyjątkiem uchwytów odpornych na korozję	Cl 1,0	1,0%
Ze zbrojeniem stalowym lub z innymi elementami metalowymi	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40	0,40%
Ze stalowym zbrojeniem sprężającym	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20	0,20%

a) klasa zawartości chlorków odpowiednia dla betonu o specjalnym zastosowaniu, zależy od postanowień przyjętych w kraju stosowania betonu.

b) w przypadku stosowania dodatków typu II oraz ich uwzględnienia w masie cementu, zawartość chlorków wyraża się jako procentową zawartość jonów chloru w odniesieniu do masy cementu wraz z całkowitą masą uwzględnionych dodatków

Do betonu zawierającego zbrojenie stalowe, sprężające zbrojenie stalowe oraz inne elementy metalowe nie należy dodawać chlorku wapnia oraz domieszek na bazie chlorków.

Minimalny czas pielęgnacji betonu

		Minimalny czas pielęgnacji betonu w dniach ^{g)}			
Rozwój wytrzymałości	Stosunek $f_{cm,2} / f_{cm,28}$	Powierzchniowa temperatura u w °C			
		$u \geq 25$	$25 > u \geq 15$	$15 > u \geq 10$	$10 > u \geq 5$ ^{h)}
szybki	0,5	1	1	2	3
umiarkowany	$\geq 0,3$ do $< 0,5$	2	2	4	6
wolny	$\geq 0,15$ do $< 0,3$	2	4	7	10
bardzo wolny	$< 0,15$	3	5	10	15

Uwagi:
- Pielęgnację betonu określa EN 13670-1
- Beton można uważać za odporny na mroz, gdy jego wytrzymałość jest większa niż 5 MPa
g) w przypadku urabialności betonu dłuższej niż 5 godzin, czas pielęgnacji betonu odpowiednio się wydłuża
h) przy temperaturach niższych niż +5 °C czas pielęgnacji betonu wydłuża się o czas w którym temperatura była niższa niż +5 °C

Najczęściej używane normy na betoniarni:

PN-EN 206 – 1	Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-EN 206 – 1/ Ap1	Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-EN 12350-1	Badanie mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek
PN-EN 12350-2	Badanie mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
PN-EN 12350-6	Badanie mieszanki betonowej. Część 6: Gęstość
PN-EN 12350-7	Badanie mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe
PN-EN 12390-1	Badanie betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
PN-EN 12390-2	Badanie betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu.
PN-EN 12620	Kruszywa do betonu