

BETON

Składniki, klasy ekspozycji, właściwości

Centrum Technologiczne Betotech Sp. z o.o.

1 Beton wg PN-EN 206

2 Klasy ekspozycji betonu

3 Składniki betonu

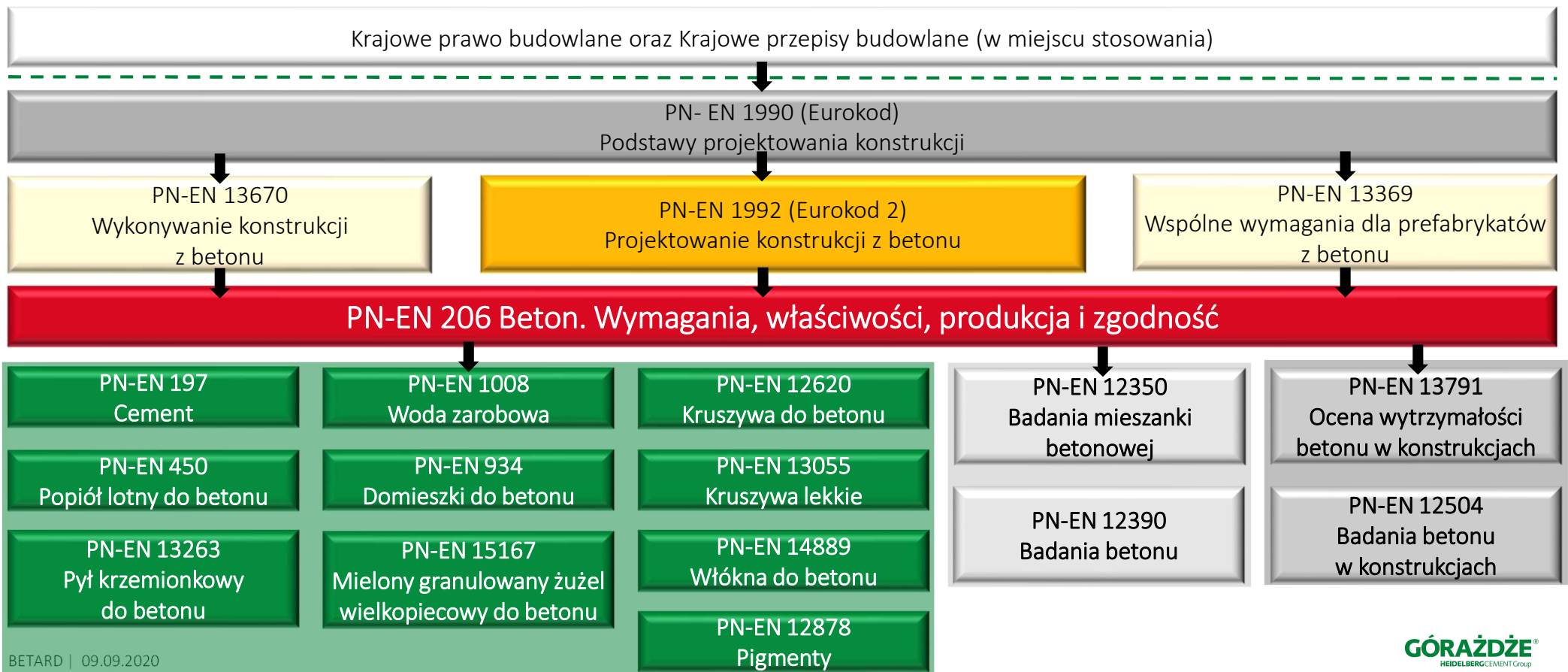
4 Właściwości betonu

5 Dodatkowe informacje

Beton wg PN-EN 206

Beton wg PN-EN 206

PN-EN 206+A1:2016 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność



Beton wg PN-EN 206

PN-EN 206+A1:2016 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

Norma dotyczy betonu używanego do konstrukcji wykonywanych na placu budowy, konstrukcji prefabrykowanych oraz konstrukcyjnych wyrobów prefabrykowanych stosowanych w budynkach i budowlach.



Beton wg PN-EN 206

Definicje

Beton

materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek, dodatków lub włókien (zbrojenia rozproszonego), który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu

Mieszanka betonowa

w pełni wymieszany beton, który jest jeszcze w stanie umożliwiającym jego zagęszczenie wybraną metodą

Beton stwardniały

beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewną wytrzymałość



Beton wg PN-EN 206

Wymagania

Norma określa wymagania dotyczące:

- składników betonu,
- właściwości mieszanki betonowej i betonu stwardniałego oraz ich weryfikacji,
- ograniczeń dotyczących składu betonu,
- specyfikacji betonu,
- dostawy mieszanki betonowej,
- procedur kontroli produkcji,
- kryteriów zgodności i oceny zgodności.

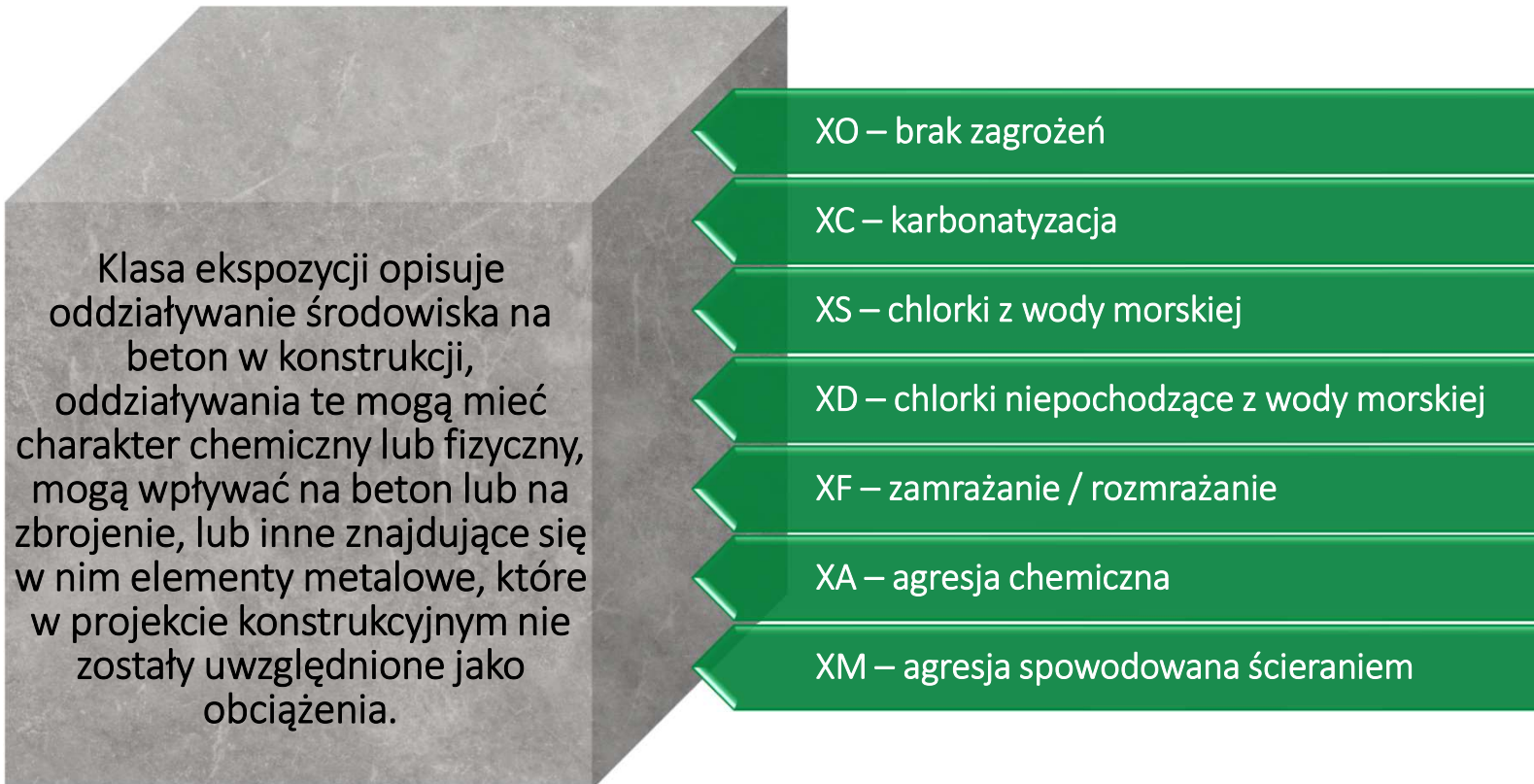
Norma prezentuje nowe podejście do projektowania składu i produkcji betonu oraz oceny jego parametrów technicznych, polegające na zapewnieniu odpowiedniej trwałości konstrukcji betonowych pracujących w określonych warunkach środowiska, zdefiniowanych jako klasy ekspozycji.

Projektowany czas użytkowania konstrukcji betonowej wykonanej zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-EN 206 powinien wynosić, co najmniej 50 lat.

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji betonu

Definicja i klasyfikacja



Klasy ekspozycji betonu

Wymagania

Wymagania w zakresie składu i ustalonych właściwości betonu są określone dla każdej klasy ekspozycji i dotyczą:

- maksymalnego współczynnika woda/cement (w/c),
 - minimalnej zawartości cementu,
 - minimalnej klasy wytrzymałości betonu na ściskanie,
- oraz dodatkowo
- minimalnej zawartości powietrza (klasy ekspozycji XF2÷XF4),
 - dopuszczonych rodzajów i klas składników.

Spełnienie wymagań dla składu i właściwości betonu dotyczących wartości granicznych, jest równoznaczne z zapewnieniem trwałości betonu, pracującego w określonym środowisku, pod warunkiem:

- prawidłowego doboru klasy ekspozycji,
- prawidłowego ułożenia, zagęszczenia i pielęgnacji betonu,
- zaprojektowania i wykonania odpowiedniej otuliny zbrojenia w betonie,
- stosowania, w czasie eksploatacji, przewidzianej konserwacji konstrukcji betonowej

Klasy ekspozycji betonu

Wartości graniczne składu betonu dla klas ekspozycji

Oznaczenie klasy ekspozycji	Opis środowiska	Wartości graniczne składu betonu			
		Maks. w/c	Min. zawartość cementu [kg/m ³]	Min. klasa wytrzymałości betonu	Inne wymagania
Brak ryzyka korozji lub brak oddziaływania X0					
X0	Brak ryzyka korozji lub agresji środowiska	—	—	C8/10	—
Korozja wywołana karbonatyzacją XC					
XC1	Suche	0,70	260	C16/20	—
XC2	Stale mokre	0,65	280	C16/20	—
XC3	Umiarkowanie wilgotne	0,60	280	C20/25	—
XC4	Cyklicznie mokre i suche	0,55	300	C25/30	—

Klasy ekspozycji betonu

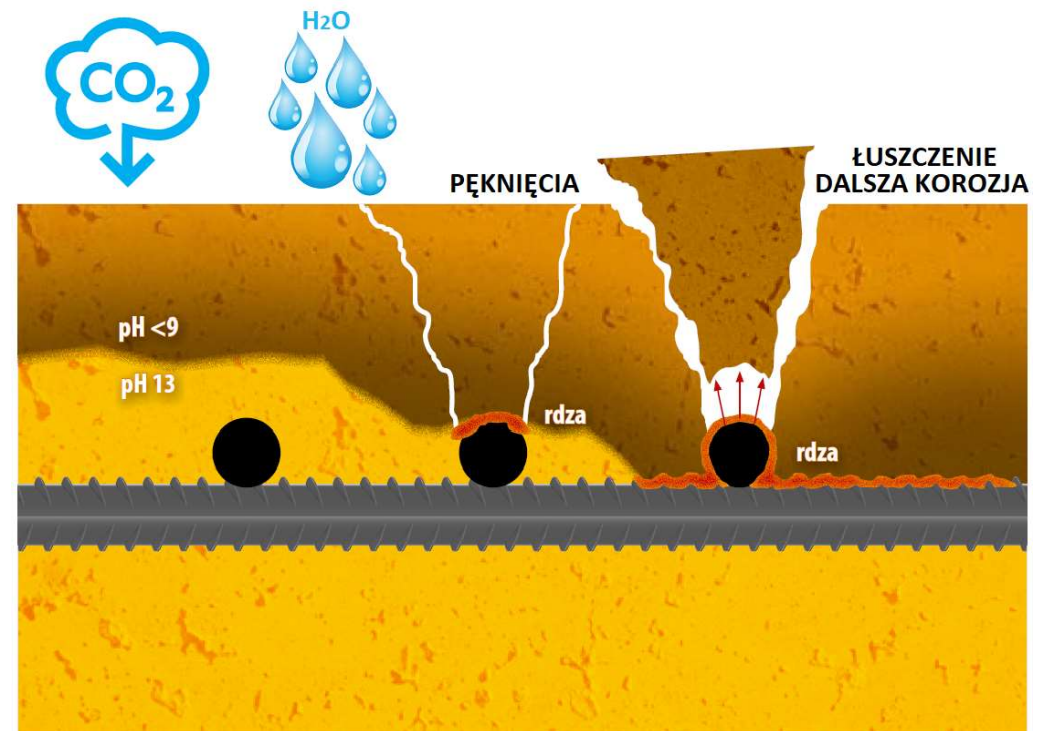
Klasy ekspozycji XC - karbonatyzacja

Karbonatyzacja jest procesem zachodzącym stopniowo od zewnętrznej strony konstrukcji betonowej, wystawionej na działanie CO_2 , który w wyniku reakcji z wodorotlenkiem wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tworzy CaCO_3 .

W wyniku postępu procesu karbonatyzacji pogorszeniu ulegają warunki **pasywacja stali zbrojeniowej (obniżenie pH cieczy porowej betonu do poziomu $\text{pH} \leq 9$)**, a gdy zasięg skarbonatyzowania betonu osiągnie grubość otuliny, to przy wysokim poziomie wilgotności następuje szybka korozja stali zbrojeniowej.

Postęp karbonatyzacji:

- I - zubożenie otuliny,
- II - uszkodzenie warstw ochronnych na powierzchni stali,
- III - pęknięcie otuliny i zmniejszenie przekroju zbrojenia



Klasy ekspozycji betonu

Wartości graniczne składu betonu dla klas ekspozycji

Oznaczenie klasy ekspozycji	Opis środowiska	Wartości graniczne składu betonu			
		Maks. w/c	Min. zawartość cementu [kg/m ³]	Min. klasa wytrzymałości betonu	Inne wymagania
Korozja wywołana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej XD					
XD1	Umiarkowanie wilgotne	0,55	300	C30/37	—
XD2	Mokre, sporadycznie suche	0,50	320	C30/37	—
XD3	Cyklicznie mokre i suche	0,45	320	C35/45	—
Korozja wywołana chlorkami pochodzącymi z wody morskiej XS					
XS1	Działanie soli zawartych w powietrzu	0,50	300	C30/37	—
XS2	Stałe zanurzenie w wodzie	0,45	320	C35/45	—
XS3	Strefa pływów, rozbryzgów i aerozoli	0,45	340	C35/45	—

Klasy ekspozycji betonu

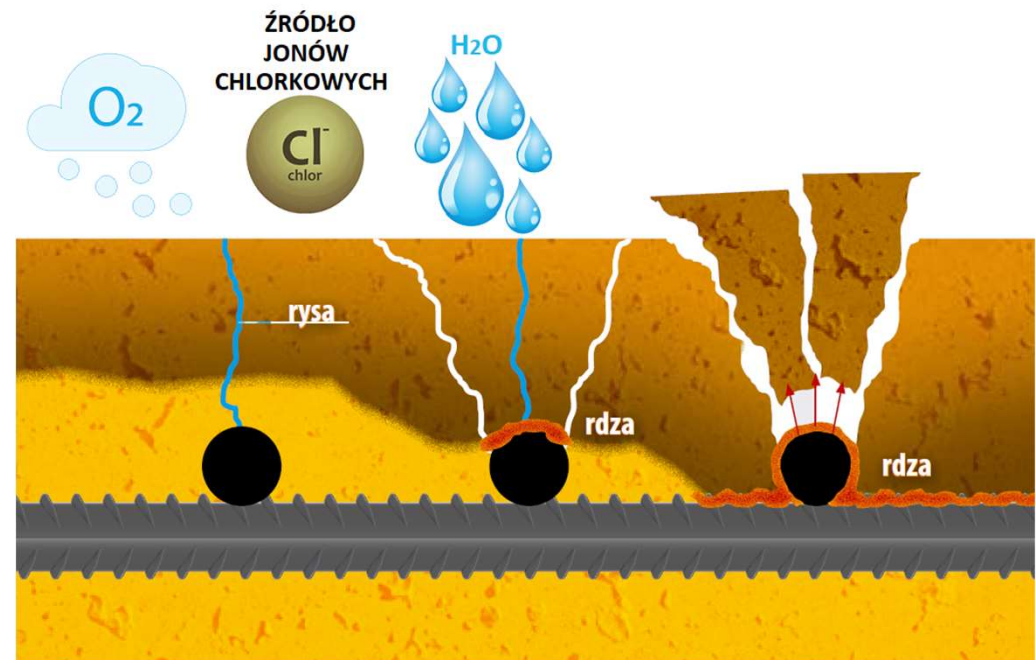
Klasy ekspozycji XD, XS – korozja wywołana chlorkami

Korozja chlorkowa może być spowodowana oddziaływaniem m.in. wód kopalnianych, wody morskiej w konstrukcjach nabrzeżnych, jak również stosowaniem środków odładzających.

Kluczowe znaczenie dla odporności na korozję chlorkową ma **przepuszczalność betonu**, gdyż proces korozyjny polega na migracji jonów Cl^- w głąb betonu i transporcie jonów OH^- z wnętrza do powierzchni betonu.

Głównym skutkiem agresji chlorkowej jest **korozja stali zbrojeniowej**. Objętość produktów korozji (rdza) jest nawet 10-krotnie większa niż objętość stali.

W efekcie zmian objętościowych powstają naprężenia rozciągające w betonie, przez co powstają zarysowania, spękania i postępuje złuszczenie betonu.



Klasy ekspozycji betonu

Wartości graniczne składu betonu dla klas ekspozycji

Oznaczenie klasy ekspozycji	Opis środowiska	Wartości graniczne składu betonu			
		Maks. w/c	Min. zawartość cementu [kg/m ³]	Min. klasa wytrzymałości betonu	Inne wymagania
Agresja chemiczna XA					
XA1	Słaba agresja chemiczna	0,55	300	C30/37	—
XA2	Umiarkowana agresja chemiczna	0,50	320	C30/37	Cementy SR / HSR*
XA3	Silna agresja chemiczna	0,45	360	C35/45	

* W przypadku, gdy zawartość siarczanów (SO₄²⁻) 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

Klasyfikacja agresywnych chemicznie środowisk dotyczy gruntów naturalnych i wody gruntowej o temperaturze między 5°C a 25°C i tak wolnemu przepływowi wody, że można go określić jako warunki statyczne.

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji XA – korozja chemiczna (siarczanowa)

Korozja siarczanowa występuje w konstrukcjach narażonych na działanie wód gruntowych, ścieków lub wody morskiej.

Czynnikiem korozyjnym jest anion siarczanowy SO_4^{2-} , wchodzący w reakcję z produktami hydratacji, tj. wodorotlenkiem wapnia $Ca(OH)_2$ przechodzącym podczas krystalizacji w gips oraz glinian trójwapniowy C_3A , przechodzący w ettringit.

Początkowo powstające kryształy gipsu i ettringitu uszczelniają beton i przez co zwiększa się wytrzymałość na ściskanie, jednak po przekroczeniu granicy uszczelniania struktury prowadzą do jej rozsądzenia i zniszczenia betonu.

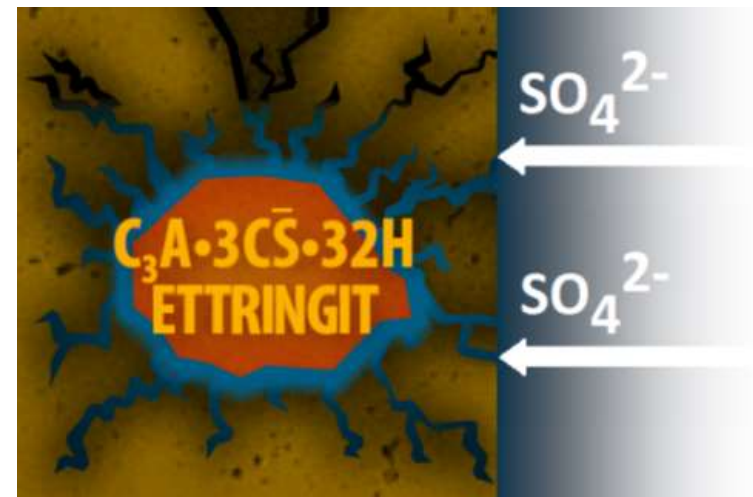
Zasadniczym kierunkiem zapobiegania jest stosowanie cementów odpornych na siarczany SR/HSR.

siarczan sodu + wodorotlenek wapnia → gips

zwiększenie objętości o 124 %

siarczan sodu + uwodnione gliniany wapnia → ettringit

zwiększenie objętości o 227 %



Klasy ekspozycji betonu

Wartości graniczne składu betonu dla klas ekspozycji

Oznaczenie klasy ekspozycji	Opis środowiska	Wartości graniczne składu betonu			
		Maks. w/c	Min. zawartość cementu [kg/m ³]	Min. klasa wytrzymałości betonu	Inne wymagania
Korozja poprzez zamrażanie/rozmarzanie XF					
XF1	Umiarkowane nasycenie wodą	0,55	300	C30/37	Kruszywo kat. F2 wg PN-EN 12620
XF2	Umiarkowane nasycenie wodą ze środkami odladzającymi	0,55	300	C25/30	Kruszywo kat. F1 wg PN-EN 12620 Napowietrzenie*
XF3	Silne nasycenie wodą bez środków odladzających	0,50	320	C30/37	Kruszywo kat. F1 wg PN-EN 12620 Napowietrzenie*
XF4	Silne nasycenie wodą ze środkami odladzającymi	0,45	340	C30/37	Kruszywo kat. F _{NaCl} wg PN-EN 1367 Napowietrzenie*

* Zawartość objętościowa powietrza w mieszance betonowej przed jej wbudowaniem zależy od maksymalnego wymiaru ziaren kruszywa: do 8 mm ≥ 5,5%; do 16 mm ≥ 4,5%; do 32 mm ≥ 4,0%; do 64 mm ≥ 3,5%

Klasy ekspozycji betonu

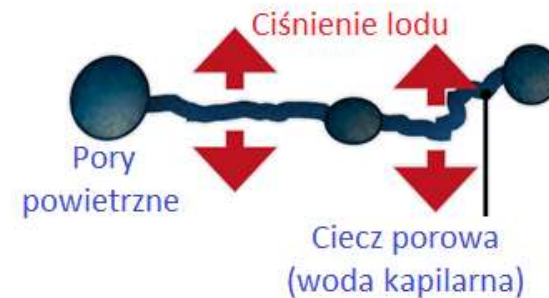
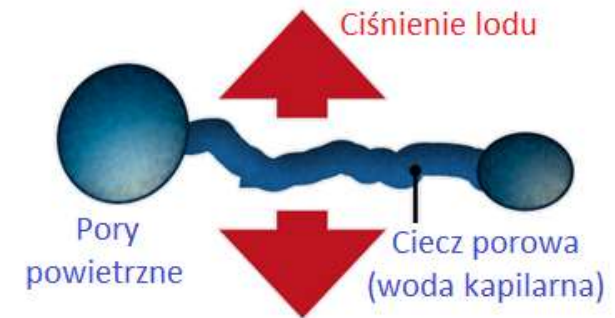
Klasy ekspozycji XF – korozja poprzez zmrzanie/rozmrzanie

Oddziaływanie ma charakter fizyczny. Zniszczenie betonu następuje wskutek uszkodzenia struktury spowodowanego powstaniem naprężeń wewnętrznych w wyniku zwiększenia objętości zamrażającej wody w porach kapilarnych betonu.

Skutki korozji wywołanej zamrażaniem/rozmrzaniem:

- spękania, zarysowania, odpryski, złuszczenie betonu,
- spadek wytrzymałości betonu,
- spadek masy.

Zasadniczą metodą przeciwdziałania jest zapewnienie odpowiedniego poziomu napowietrzenia i rozkładu porów w betonie.



Klasy ekspozycji betonu

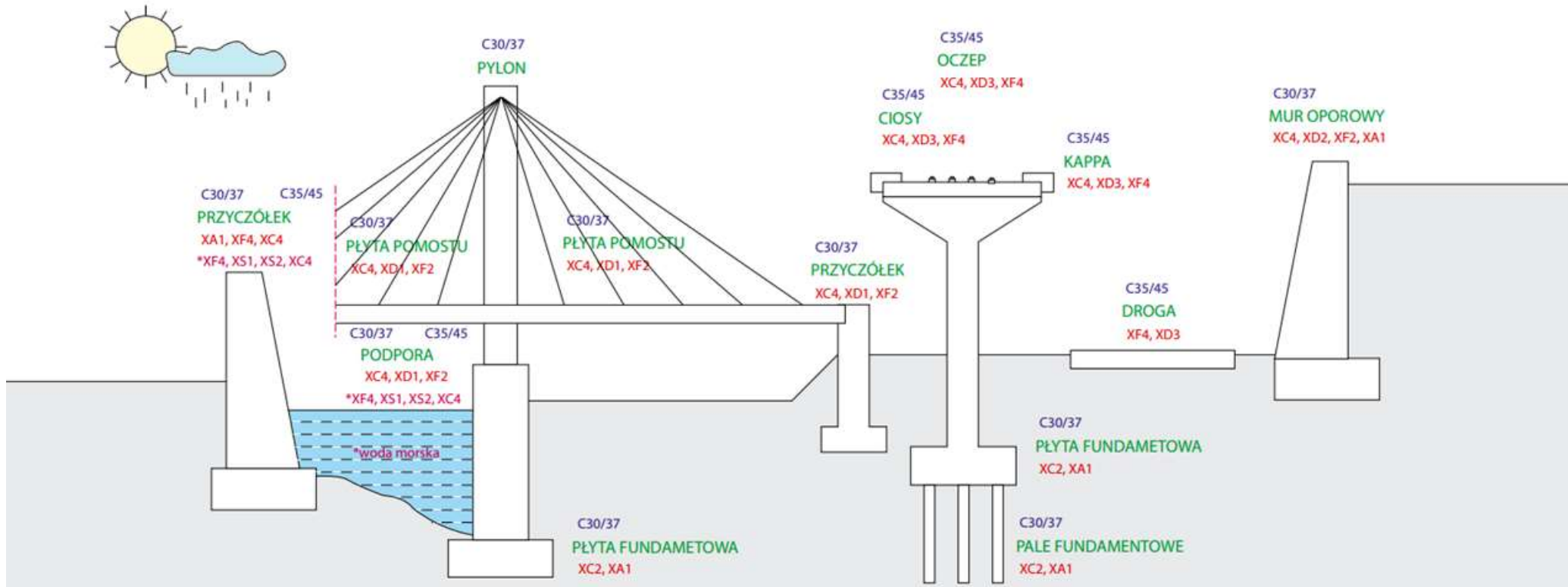
Wartości graniczne składu betonu dla klas ekspozycji

Oznaczenie klasy ekspozycji	Opis środowiska	Wartości graniczne składu betonu			
		Maks. w/c	Min. zawartość cementu [kg/m ³]	Min. klasa wytrzymałości betonu	Inne wymagania
Korozja spowodowana ścieraniem XM (wg PN-B-06265)					
XM1	Umiarkowane zagrożenie ścieraniem	0,55	300	C30/37	M _{DE} wart. deklarowana
XM2	Silne zagrożenie ścieraniem	0,55	300	C30/37	- frakcja 2/8 mm M _{DE} ≤ 25 - frakcja 8/16 mm M _{DE} ≤ 20
XM3	Ekstremalnie silne zagrożenie ścieraniem	0,45	320	C35/45	- frakcja 2/8 mm M _{DE} ≤ 20 - frakcja 8/16 mm M _{DE} ≤ 15

Kruszywo o współczynniku ścieralności micro-Deval'a odpowiadającej kategorii (M_{DE}) wg EN 12620

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji - przykłady



Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji – zakres stosowania cementów powszechnego użytku

Klasy ekspozycji				Brak zagrożenia	Korozja zbrojenia									Agresja wobec betonu									Interakcja ze stali sprężającej		
✓	akceptowany zakres stosowania				Korozja spowodowana karbonatyzacją	Korozja wywołana chlorkami						Zamrażanie / rozmrażanie				Środowisko chemicznie agresywne a)			Agresja wywołana ścieraniem						
✗	brak możliwości stosowania					niepochodzącymi z wody morskiej			pochodzącymi z wody morskiej																
				X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3	
CEM I				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
CEM II	A/B	S		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	A	V ^d)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	B			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	A	W ^d)		✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
	B			✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
	A	LL		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	B			✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
	A	L		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	B			✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
	A	M	S-LL; S-V ^d); V ^d)-LL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	S-V ^d)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
B	S-LL; V ^d)-LL		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji – zakres stosowania cementów powszechnego użytku

Klasy ekspozycji			Brak zagrożenia	Korozja zbrojenia									Agresja wobec betonu									Interakcja ze stali sprężającej			
✓	akceptowany zakres stosowania	X		brak możliwości stosowania	Korozja spowodowana karbonatyzacją			Korozja wywołana chlorkami						Zamrażanie / rozmrażanie				Środowisko chemicznie agresywne a)			Agresja wywołana ścieraniem				
								niepochodzącymi z wody morskiej			pochodzącymi z wody morskiej														
				X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3	
CEM III	A			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	B			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	C			✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
CEM IV	A			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	B			✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
CEM V	A			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	B			✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji - zalecane wartości graniczne składu i właściwości betonu

	Klasy ekspozycji																				
	Brak zagrożenia	Korozja spowodowana karbonatyzacją				Korozja spowodowana chlorkami						Agresja spowodowana zamrażaniem / rozmrażaniem				Środowiska agresywne chemicznie			Agresja wywołana ścieraniem		
						woda morska			chlorki nie pochodzące z wody morskiej												
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
maks. w/c	–	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
min. 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
min. zawartość cementu (kg/m ³)	–	260	280	280	300	300	320	340	300	320	320	300	300	320	340	300	320	360	300	300	320
min. zawartość cementu (kg/m ³) przy stosowaniu dodatku	-	250	260	260	280	280	300	310	280	300	300	280	-	-	-	280	300	330	280	280	300

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji - zalecane wartości graniczne składu i właściwości betonu

	Klasy ekspozycji																					
	Brak zagrożenia	Korozja spowodowana karbonatyzacją				Korozja spowodowana chlorkami						Agresja spowodowana zamrażaniem / rozmrażaniem				Środowiska agresywne chemicznie			Agresja wywołana ścieraniem			
						woda morska			chlorki nie pochodzące z wody morskiej													
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3	
Minimalna zawartość powietrza (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a) kruszywo: do 8 mm ≥ 5,5 % do 16 mm ≥ 4,5 % do 32 mm ≥ 4,0 % do 64 mm ≥ 3,5 %				-	-	-	-	-	-
Inne wymagania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F ₂ ^{b)}	F ₁ ^{b)}	F ₁ ^{b)}	F _{NaCl} ^{6c)}	-	Cement odporny na siarczany SR/HSR			M _{DE} wart. dekl. ^{d)}	2/8 M _{DE} ≤ 25 8/16 M _{DE} ≤ 20	2/8 M _{DE} ≤ 20 8/16 M _{DE} ≤ 15

a) Beton o konsystencji V0 (≥ 31 s) oznaczonej wg PN-EN 12350-3 i w/c ≤ 0,4 może być produkowany bez dodatkowego napowietrzenia.

b) Kruszywo o mrozoodporności odpowiadającej kategorii (F) wg EN 12620.

c) Kruszywo o mrozoodporności w roztworze NaCl (F_{NaCl}) odpowiadającej wartości deklarowanej, określonej na podstawie badania wg EN 1367-6

d) Kruszywo o współczynniku ścieralności micro-Deval'a odpowiadającej kategorii (M_{DE}) wg EN 12620

Klasy ekspozycji betonu

Klasy ekspozycji - adnotacje

Norma PN-B-06265 dopełnia zapisy normy PN-EN 206 w zakresie obszarów stosowania cementów zgodnych z EN 197-1, a także PN-B-19707, do produkcji betonu w poszczególnych klasach ekspozycji oraz zalecane wartości graniczne składu i właściwości betonu, które należy stosować na terenie kraju:

- a) w klasach ekspozycji XA2 i XA3 – w przypadku agresji chemicznej wywołanej siarczanami (z wyjątkiem ich pochodzenia morskiego) – stosuje się cement odporny na siarczany (SR) zgodny z EN 197-1 lub cement odporny na siarczany (HSR) zgodny z PN-B-19707,
- b) w klasie ekspozycji XF4 dopuszcza się stosowanie cementu CEM III/A w klasie wytrzymałości $\geq 42,5$ lub $\geq 32,5$ R z zawartością granulowanego żużla wielkopiecowego ≤ 50 % (masowo),
- c) dopuszcza się stosowanie cementu hutniczego CEM III/B wyłącznie w przypadku elementów konstrukcji budowlanych narażonych na działanie wody morskiej, przy: $w/c \leq 0,45$; minimalna klasa wytrzymałości betonu C35/45 i zawartość cementu ≥ 340 kg/m³,
- d) cementy do wytwarzania betonu wg normy PN-EN 206 wraz z krajowym uzupełnieniem PN-B-06265 mogą zawierać w swoim składzie tylko popioły lotne z maksymalnie 5,0 % stratą prażenia.

Składniki betonu

Składniki betonu

Składniki betonu wg PN-EN 206

The diagram illustrates the six components of concrete according to PN-EN 206. Each component is represented by a circular image in a grey rounded rectangle:

- Cement**: A circular image showing a pile of grey cement powder.
- Woda**: A circular image showing blue water splashing.
- Kruszywo**: A circular image showing a pile of dark grey aggregate (gravel or crushed stone).
- Domieszki chemiczne**: A circular image showing two glass beakers, one with a dark liquid and one with an orange liquid.
- Dodatki**: A circular image showing a pile of light-colored powder.
- Włókna**: A circular image showing several white, fibrous strands.

A large green arrow at the bottom of the diagram contains the following text:

Do betonu zgodnego z PN-EN 206 należy stosować wyłącznie składniki o ustalonej przydatności do konkretnego założonego zastosowania betonu.

A close-up photograph of a large pile of grey cement powder. The texture is granular and uneven, with various shades of grey and some darker spots. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the rough surface. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing the word "Cement" in a green, sans-serif font.

Cement

Składniki betonu

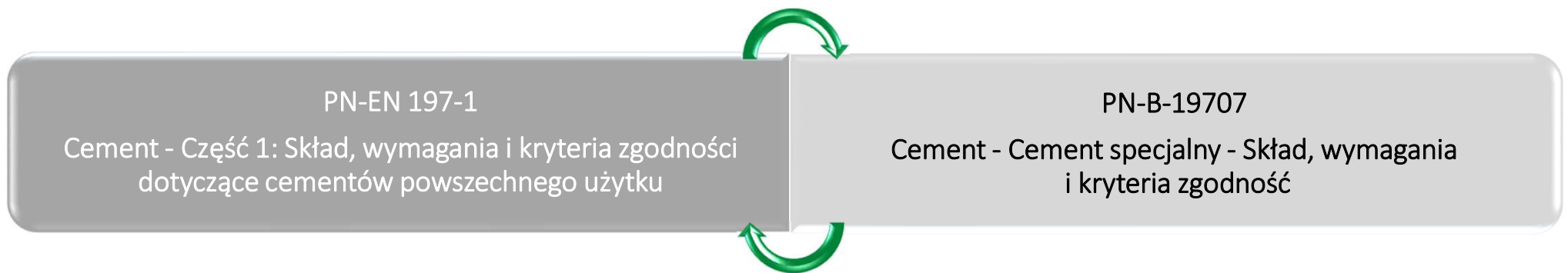
Cement

Spoiwo hydrauliczne, drobno zmielony materiał nieorganiczny, który po zmieszaniu z wodą tworzy zaczyn wiążący i twardniejący drogą reakcji i procesów hydratacji, który po stwardnieniu pozostaje wytrzymały, zarówno na powietrzu, jak i pod wodą.



Podstawowy składnik betonu, umożliwiający jego wiązanie i twardnienie w wyniku postępujących reakcji hydratacji.

Ogólną przydatność cementu ustala się zgodnie z PN-EN 197-1 „Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku”



Składniki betonu

Cement

Rodzaje cementów powszechnego użytku:

- CEM I Cement portlandzki
- CEM II Cement portlandzki wieloskładnikowy
- CEM III Cement hutniczy
- CEM IV Cement pucolanowy
- CEM V Cement wieloskładnikowy

Klasy wytrzymałości:

- 32,5
 - 42,5
 - 52,5
- } L, N, R

Właściwości specjalne:

- LH – niskie ciepło hydratacji
- SR / HSR – odporność na siarczany
- NA – niskoalkaliczność



Składniki betonu

Oferta cementu luzem Górażdże Cement S.A.

Cementownia Górażdże

Cement portlandzki CEM I

- CEM I 42,5R
- CEM I 42,5R-NA
- CEM I 42,5N-NA
- CEM I 52,5R

Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II

- CEM II/A-S 52,5N
- CEM II/B-S 32,R-NA

Cement hutniczy CEM III

- CEM III/A 42,5N-LH/HSR/NA

Cement wieloskładnikowy CEM V

- CEM V/A (S-V) 42,5N-LH/HSR/NA

Zakład Ekocem

Cement portlandzki CEM I

- CEM I 42,5R
- CEM I 52,5R EXTRA

Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II

- CEM II/A-S 52,5N
- CEM II/B-S 42,5N-NA

Cement hutniczy CEM III

- CEM III/A 42,5N-LH/HSR/NA

Cement wieloskładnikowy CEM V

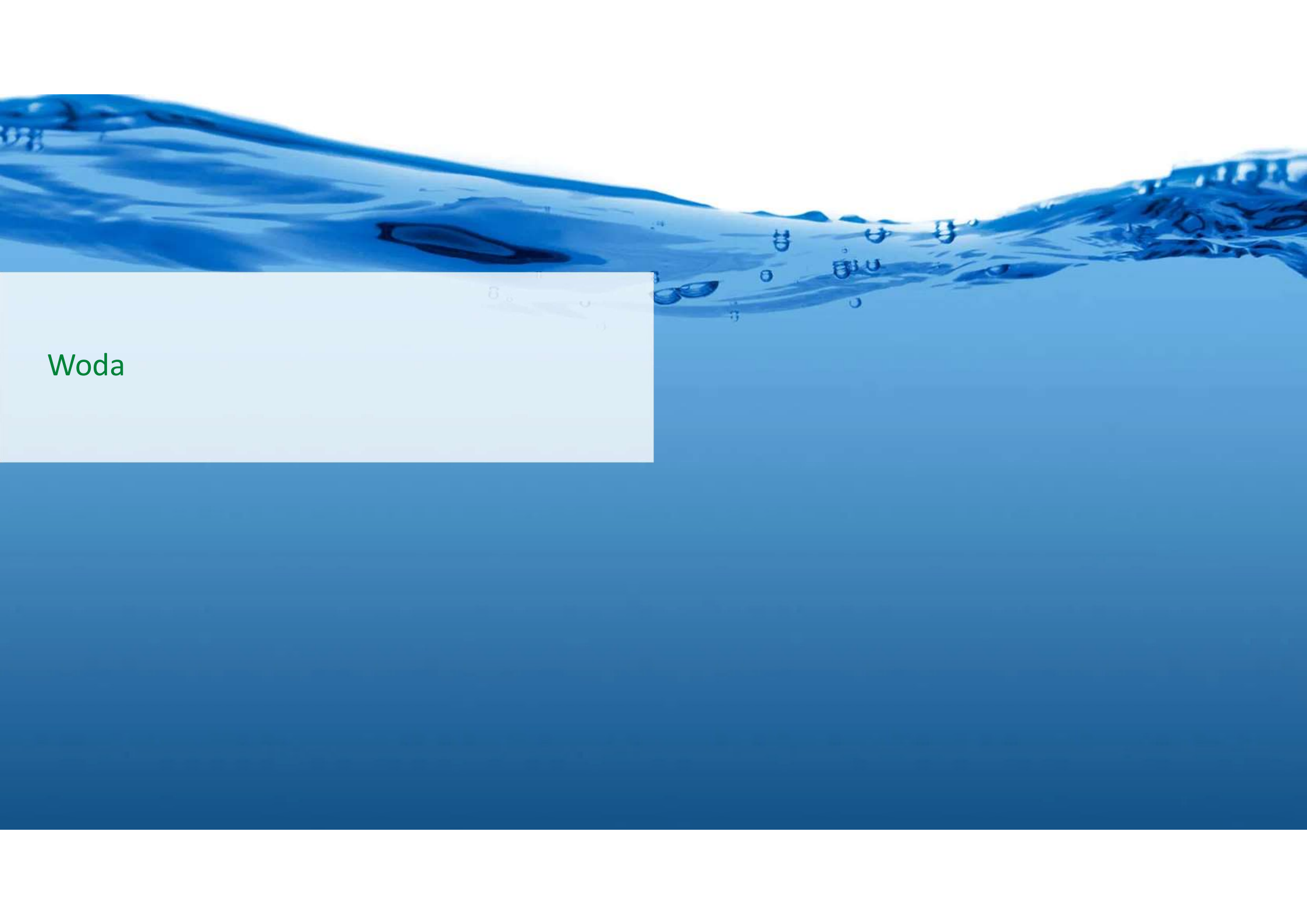
- CEM V/A (S-V) 42,5N-LH/HSR/NA

Składniki betonu

Cement

Rodzaj i klasę cementu do betonu należy dobierać w zależności od:

- **warunków realizacji (wykonania konstrukcji betonowej):**
 - temperatury otoczenia,
 - warunków dojrzewania,
 - sposobu pielęgnacji betonu,
 - szybkości rozformowania elementów,
 - sposobu i czasu transportu mieszanki betonowej,
 - objętości betonowanego elementu,
- **wymaganych właściwości betonu:**
 - klasy wytrzymałości,
 - szczelności betonu,
 - mrozoodporności,
 - potencjalnej reaktywności kruszywa z alkaliarni,
 - przeznaczenia betonu i warunków środowiska na które będzie narażona konstrukcja.



Woda

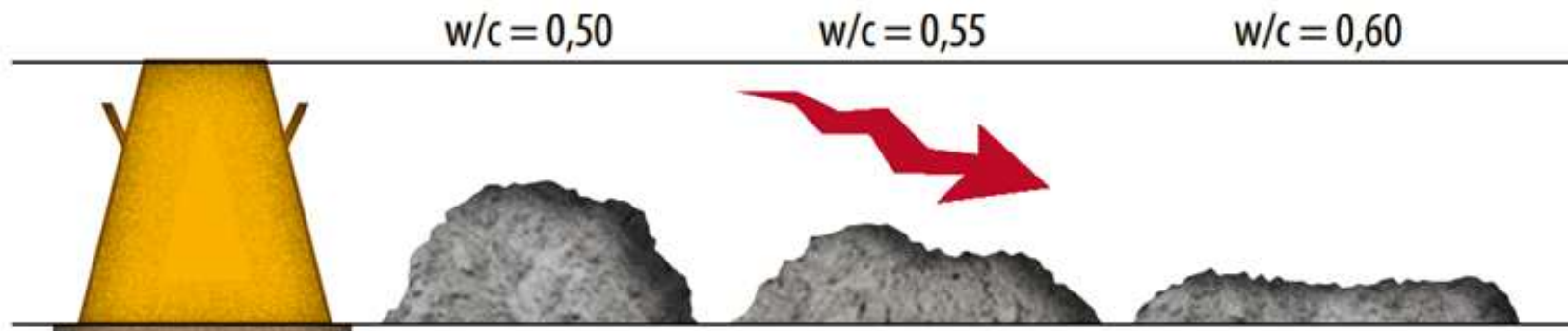
Składniki betonu

Woda

Woda zarobowa - dodawana do mieszanki cementu i kruszywa w celu uzyskania mieszanki betonowej o założonej konsystencji.

Ogólną przydatność wody zarobowej ustala się zgodnie z PN-EN 1008 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu”.

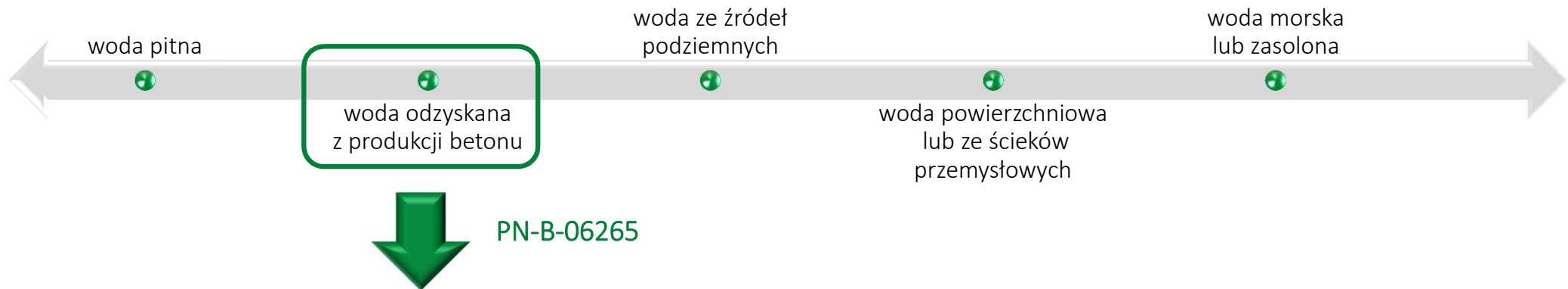
Zawartość wody w betonie określa się poprzez współczynnik wodno-cementowy w/c



Składniki betonu

Woda

Według PN-EN 206 jako woda zarobowa do betonu może być stosowana woda odzyskana z procesów w przemyśle betonowym, samodzielnie lub w połączeniu z wodą pitną lub gruntową, pod warunkiem że spełnione są wymagania normy EN 1008.



Do produkcji betonów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasie ekspozycji XF nie można stosować wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

Składniki betonu

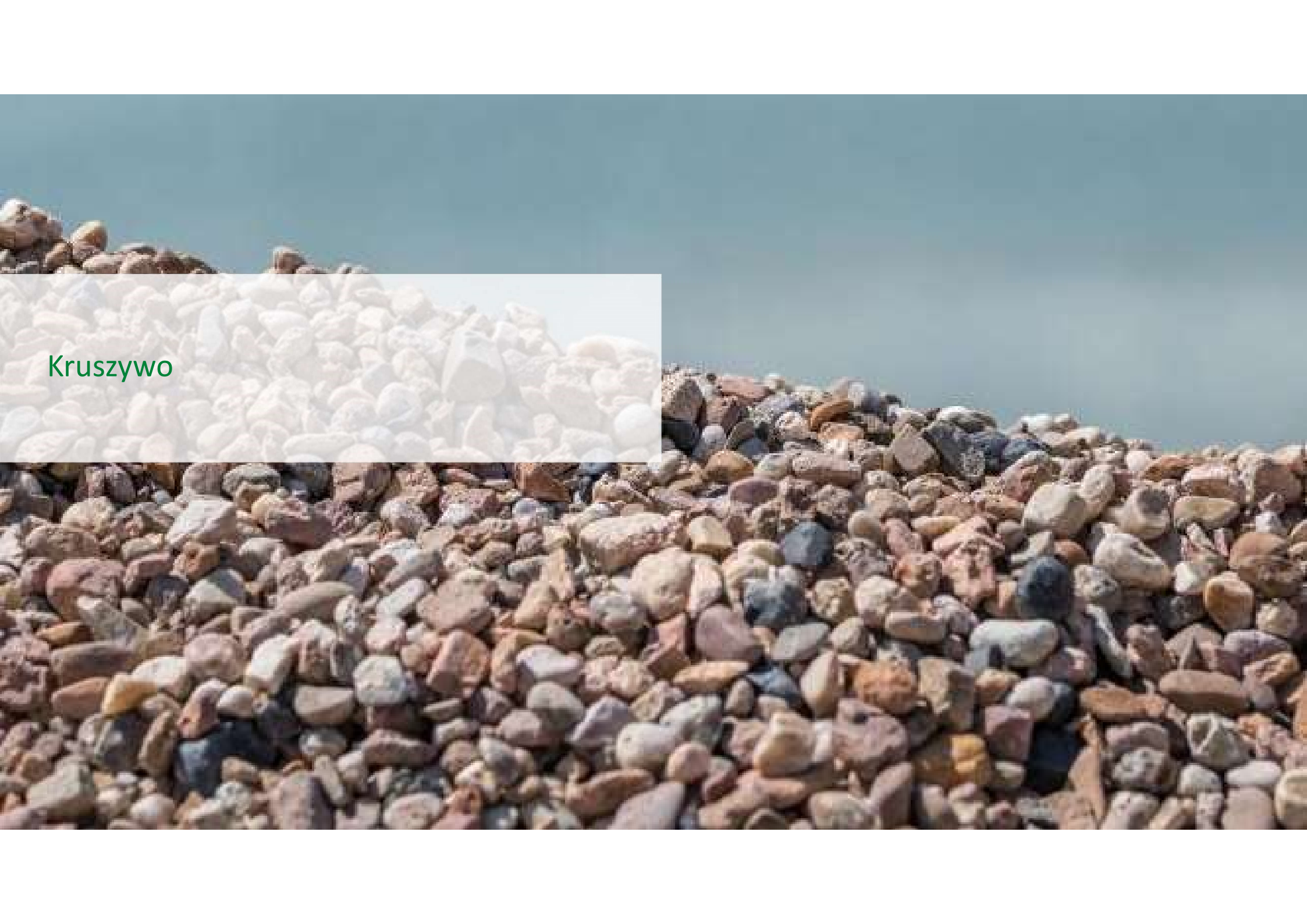
Woda

Wymagania PN-EN 1008:

- ogólne – woda uznawana za wodę pitną nie wymaga dodatkowych badań,
- wstępne – ocena barwy, zapachu, zawartości zawiesiny, olejów i tłuszczów, detergentów, kwasów ($\text{pH} \geq 4$), substancji humusowych,
- chemiczne – zawartość chlorków, siarczanów, alkaliów, szkodliwych zanieczyszczeń (cukry, azotany, fosforany, ołów, cynk)
- czas wiązania – porównanie z wodą destylowaną
- wytrzymałość – porównanie po 7 dniach z wytrzymałością próbki z wodą destylowaną

Jakość wody zarobowej może wpływać na czas wiązania, rozwój wytrzymałości oraz ochronę zbrojenia przed korozją.

Zastosowanie	Maksymalna zawartość chlorków	Maksymalna zawartość siarczanów	Maksymalna zawartość alkaliów ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$)
	[mg/l]		
Beton sprężany lub zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych	500	2000	1500 (jeżeli zastosowano kruszywo reaktywne)
Beton zbrojony lub zawierający elementy metalowe	1000		
Beton niezbrojony, niezawierający elementów metalowych	1500		



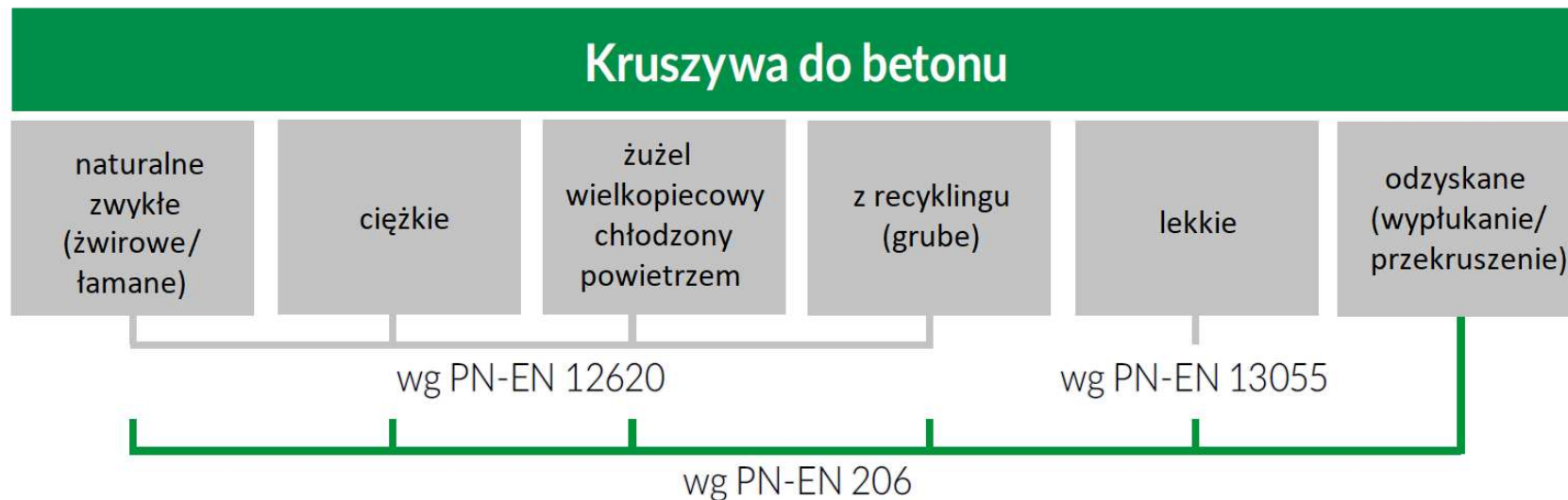
Kruszywo

Składniki betonu

Kruszywo

Kruszywo jest głównym składnikiem betonu, stanowi ok. 75% składu, z tego względu ma znaczący wpływ na jego właściwości. Naturalny, sztuczny, pochodzący z odzysku lub recyklingu ziarnisty składnik mineralny odpowiedni do stosowania do betonu. Ogólną przydatność kruszyw ustala się zgodnie z:

- PN-EN 12620 „Kruszywa do betonu” dla kruszyw zwykłych i ciężkich,
- PN-EN 13055-1 „Kruszywa lekkie. Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy” – dla kruszyw lekkich



Składniki betonu

Kruszywo

Rodzaj i kategorie kruszywa, należy dobrać biorąc pod uwagę:

- realizację robót;
- przeznaczenie betonu;
- warunki środowiska, na którego działanie będzie narażony beton;
- wszelkie wymagania dotyczące odstłoniętego kruszywa lub kruszywa stosowanego w przypadku mechanicznej obróbki powierzchni betonu.

Właściwości kruszyw:

- skład ziarnowy,
- kształt i szorstkość,
- obecność zanieczyszczeń,
- nasiąkliwość,
- wytrzymałość/ścieralność,
- mrozoodporność,
- reaktywność (alkaliczna).

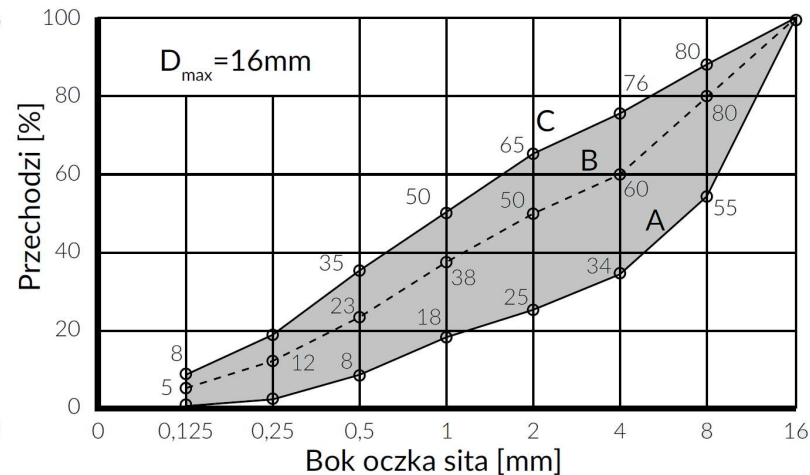
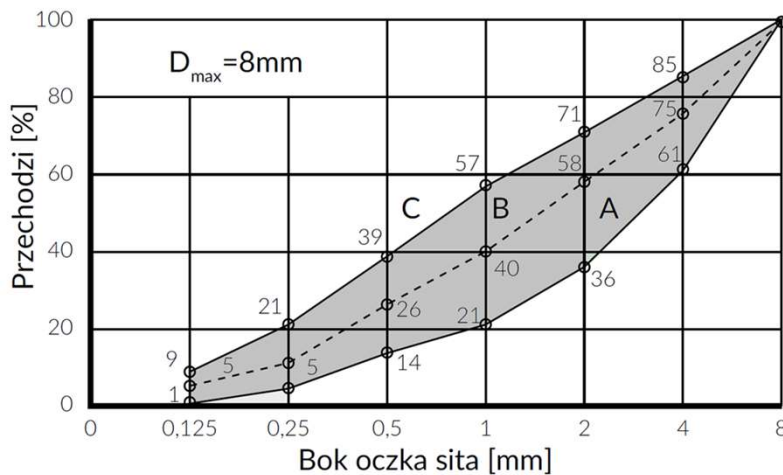
Składniki betonu

Kruszywo

Wymiar kruszywa (d/D) [mm] określa się poprzez minimalny (d) i maksymalny (D) wymiar ziaren.

Wyróżnia się kruszywa:

- drobne $D \leq 4 \text{ mm}$,
- grube $D \geq 4 \text{ mm}$ i $d \geq 2 \text{ mm}$,
- naturalne 0/8 mm – kruszywa polodowcowe lub rzeczne, $D \leq 8 \text{ mm}$,
- o uziarnieniu ciągłym – mieszanina kruszyw, $D \leq 45 \text{ mm}$.

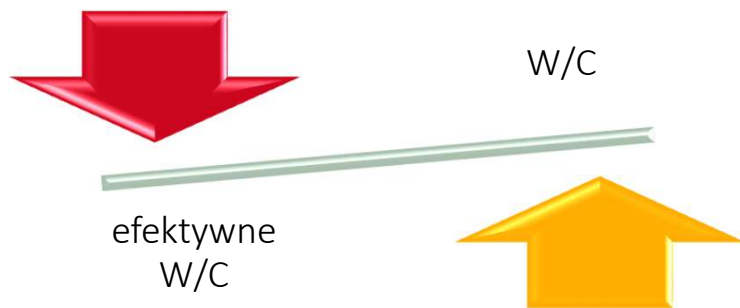


Maksymalny wymiar kruszywa (D) należy dobrać z uwagi na grubość otuliny, rozstaw prętów zbrojeniowych oraz minimalną szerokość przekroju elementu betonowego.

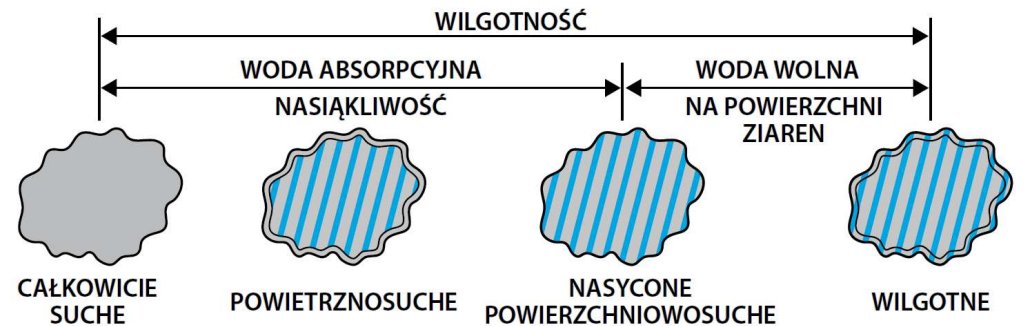
Składniki betonu

Kruszywo

Kruszywo w zależności od rodzaju, kształtu i porowatości wykazuje różną nasiąkliwość. W kontekście właściwości betonu (w/c), istotna jest ilość wody na ziarnach kruszywa, która jest różnicą ilości wody wynikającej z wilgotności kruszywa i jego nasiąkliwości.



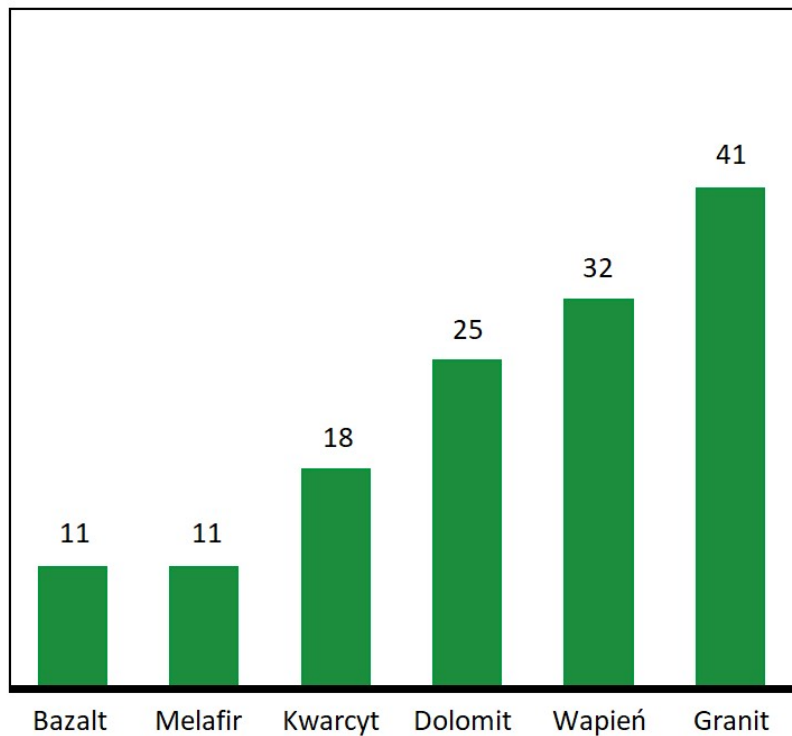
Efektywna zawartość wody jest różnicą między całkowitą ilością wody w mieszance betonowej, a ilością wody zaabsorbowanej przez kruszywo.



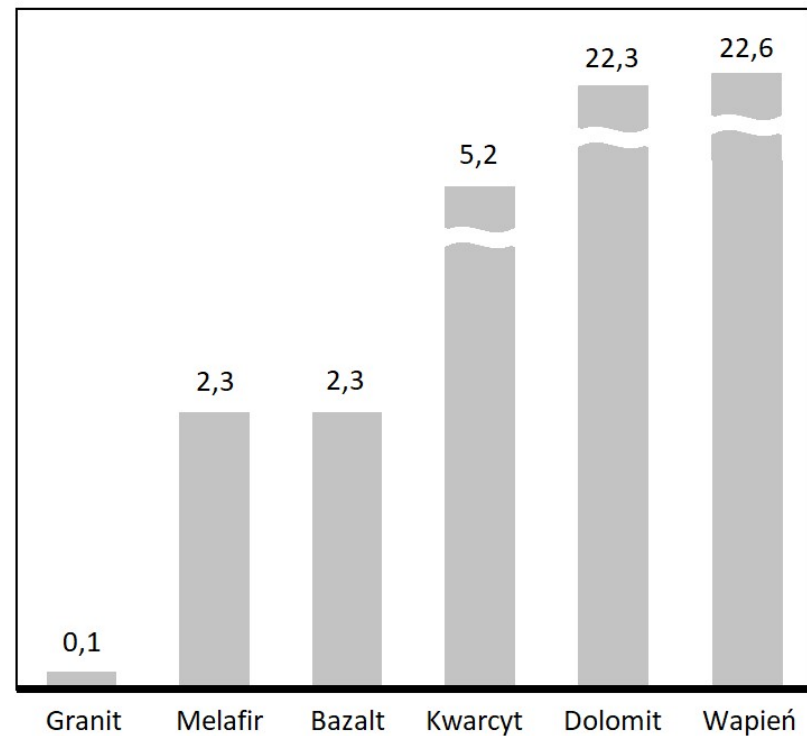
Składniki betonu

Kruszywo

Wytrzymałość mechaniczna kruszyw - LA



Mrozoodporność kruszyw w 1% roztworze NaCl



Składniki betonu

Kruszywo

Reaktywność alkaliczna kruszyw to podatność pewnych rodzajów kruszyw, zawierających reaktywne składniki mineralne (reaktywną krzemionkę), na reakcję chemiczną z alkaliami zawartymi w roztworze obecnym w porach betonu.

Aktywne formy krzemionki:

- opal,
- chalcedon,
- trydymit,
- krystobalit.



Domieszki chemiczne



Składniki betonu

Domieszki chemiczne

Substancje dodawane podczas wykonywania mieszanki betonowej, w ilości nie większej niż 5% masy cementu w betonie, w celu zmodyfikowania właściwości mieszanki betonowej i/lub stwardniałego betonu.

Ogólną przydatność domieszek do betonu ustala się zgodnie z PN-EN 934-2 „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie”.

Oczekiwane rezultaty stosowania domieszek chemicznych w składzie betonu, możliwe są do uzyskania tylko wtedy, gdy beton zostanie zaprojektowany w prawidłowy sposób pod względem jakościowym i ilościowym (odpowiedni dobór pozostałych składników mieszanki betonowej).

Należy również zapewnić odpowiednie warunki produkcji i transportu mieszanki betonowej oraz jej ułożenia, zagęszczenia, a także pielęgnacji betonu.



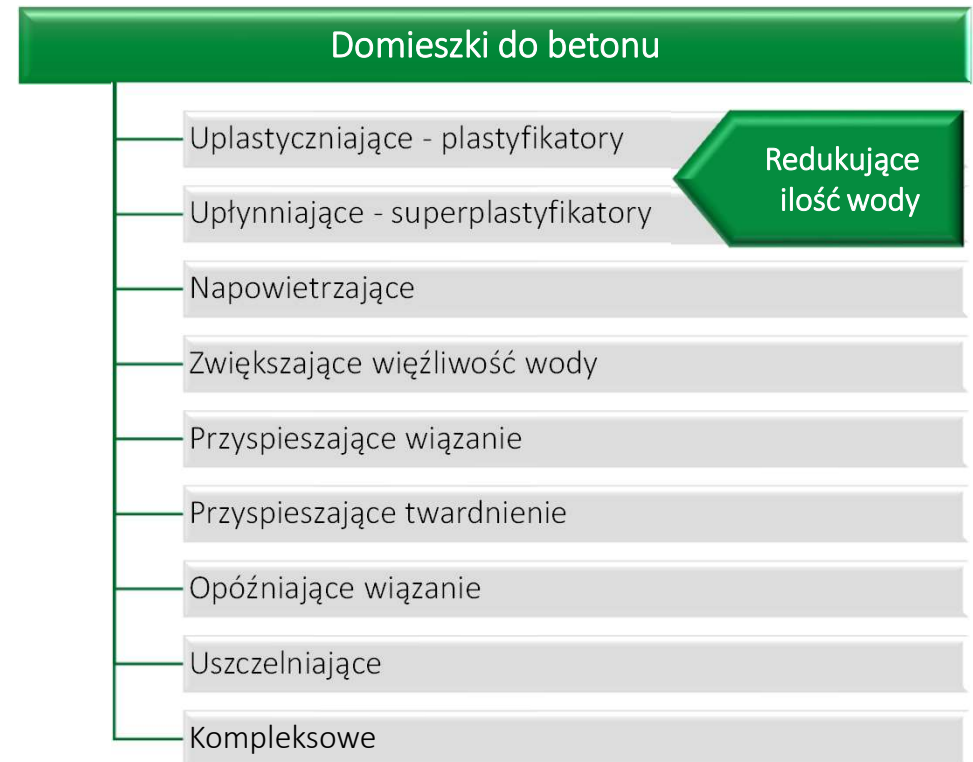
Składniki betonu

Domieszki chemiczne

Domieszki klasyfikuje się ze względu na skutki modyfikacji właściwości betonu - decydujący jest główny kierunek działania.

Najpowszechniej w technologii betonu stosuje się domieszki redukujące ilość wody – plastyfikatory i superplastyfikatory oraz domieszki napowietrzające.

W przypadku, gdy domieszka modyfikuje więcej niż jedną właściwość, jest traktowana jako kompleksowa (wielofunkcyjna).



Składniki betonu

Domieszki chemiczne redukujące ilość wody

Plastyfikatory umożliwiają zmniejszenie ilości wody o ok. 5-12%

zwiększenie ciekłości mieszanki (stałe w/c)

wzrost wytrzymałości na ściskanie (stała konsystencja)

Super-plastyfikatory umożliwiają zmniejszenie ilości wody o ok. 12-40%, w zależności od bazy chemicznej

zwiększenie wytrzymałości na ściskanie

ograniczenie ilości cementu w składzie betonu

obniżenie porowatości

poprawa trwałości



Składniki betonu

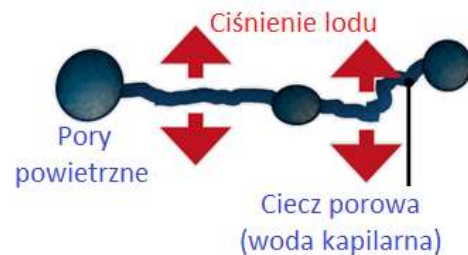
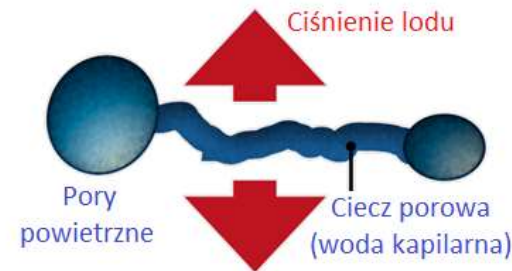
Domieszki chemiczne napowietrzające

Domieszki napowietrzające

tworzą i stabilizują w mieszance betonowej zamknięte pęcherzyki powietrza, które pozostają w stwardniałym betonie, jako równomiernie rozmieszczone mikropory

poprawa mrozoodporności

obniżenie wytrzymałości na ściskanie (zwiększenie napowietrzenia o 1%, spadek wytrzymałości ok. 5MPa)

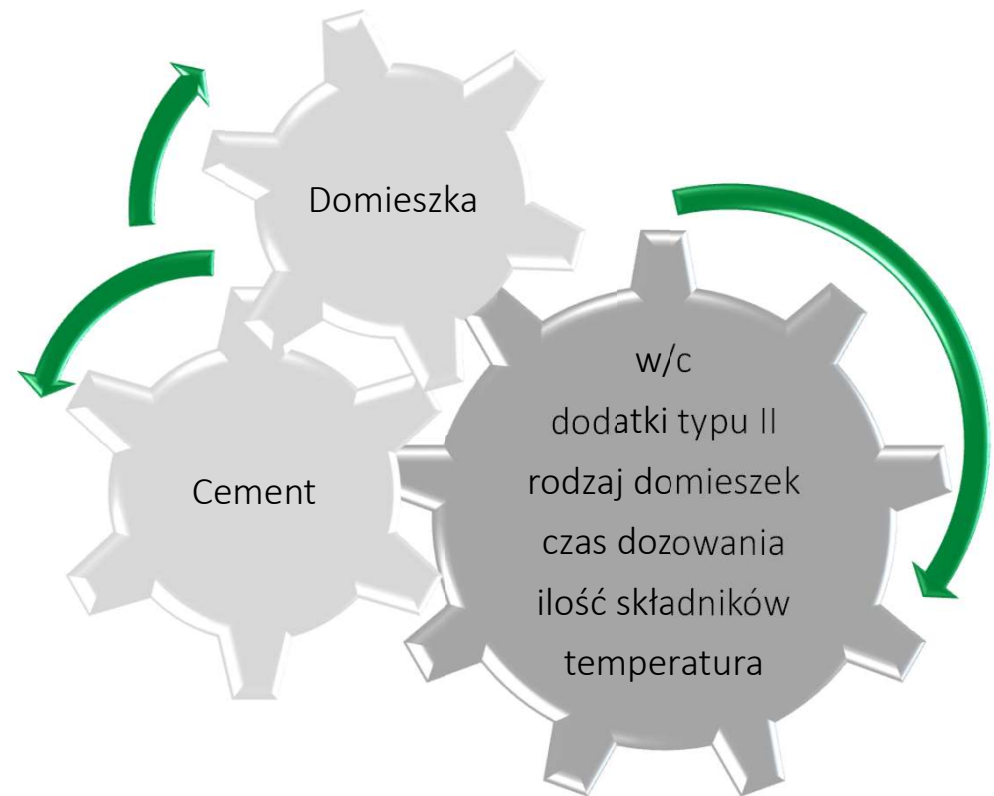


Składniki betonu

Domieszki chemiczne

Skuteczność działania domieszek i uzyskanie kompatybilnego układu domieszka - cement jest podstawowym warunkiem osiągnięcia założonych modyfikacji właściwości mieszanki betonowej i betonu.

Efektywność działania i kompatybilność domieszek do betonu powinny być zawsze sprawdzone, już na etapie badań wstępnych.



Składniki betonu

Domieszki chemiczne

Zasady stosowania domieszek wg PN-EN 206:

- całkowita ilość domieszek nie powinna przekraczać dopuszczalnej ilości zalecanej przez producenta oraz nie powinna być większa niż 50g/kg cementu (5% masy cementu), chyba że znany jest wpływ większego dozowania na właściwości i trwałość betonu,
- stosowanie domieszek w ilościach mniejszych niż 2 g/kg cementu dopuszcza się wyłącznie w przypadku wcześniejszego ich wymieszania z częścią wody zarobowej,
- **jeżeli całkowita ilość domieszek płynnych przekracza 3 l/m³ betonu wodę w nich zawartą należy uwzględnić przy obliczaniu współczynnika w/c,**
- w przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki należy sprawdzić ich wzajemną kompatybilność i efektywność działania w układzie z cementem.

Dodatki



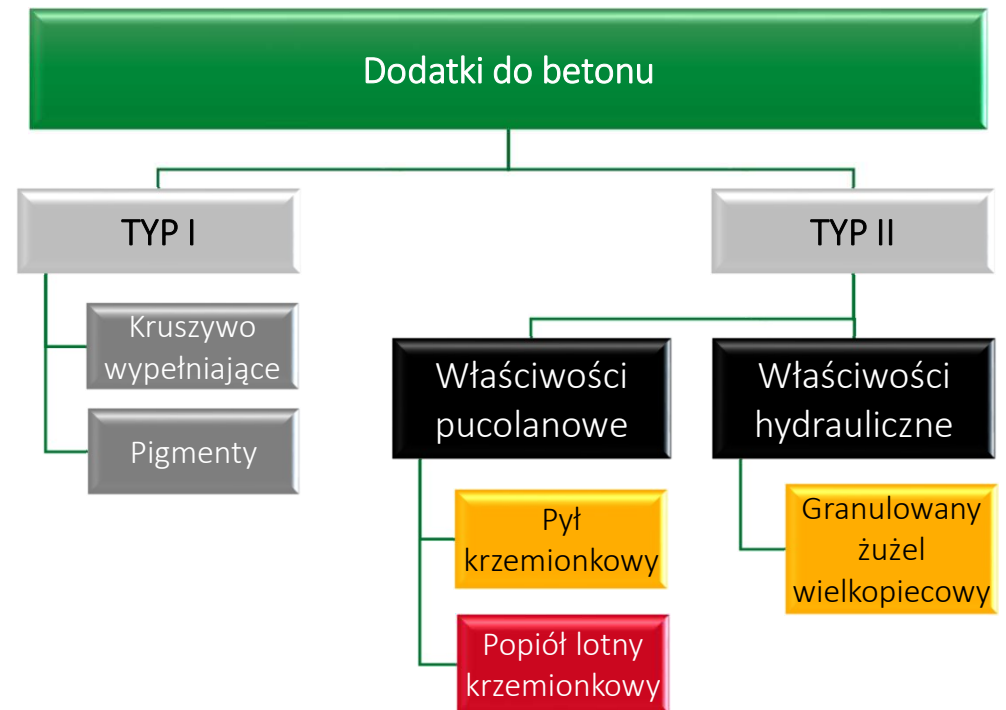
Składniki betonu

Dodatki

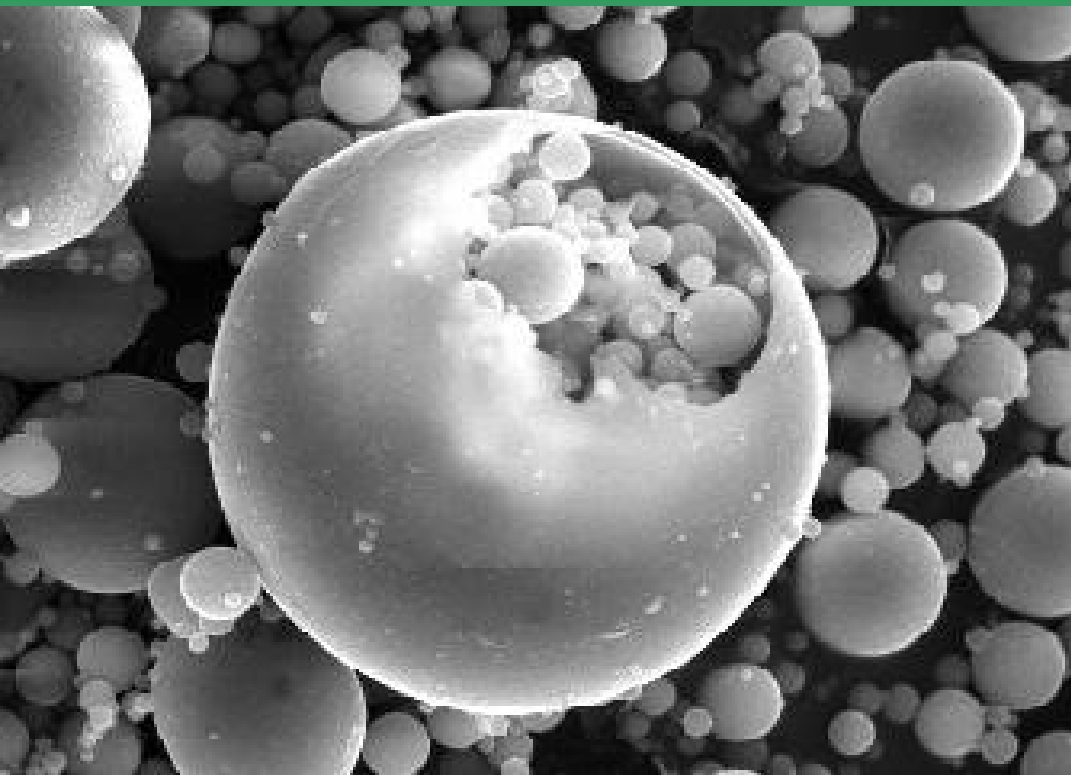
Drobnodziarniste nieorganiczne składniki stosowane do betonu w celu poprawy niektórych właściwości lub uzyskania właściwości specjalnych.

Ogólna przydatność dodatków ustala się zgodnie z:

- PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
- PN-EN 13055-1 Kruszywa lekkie - Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy
- PN-EN 12878 Pigmenty do barwienia materiałów budowlanych opartych na cemencie i/lub wapnie - Wymagania i metody badań
- PN-EN 13263-1 Pył krzemionkowy do betonu - Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności
- PN-EN 450-1 Popiół lotny do betonu - Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności
- PN-EN 15167-1 Mielony granulowany żużel wielkopieczowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie - Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności



Popiół lotny



Składniki betonu

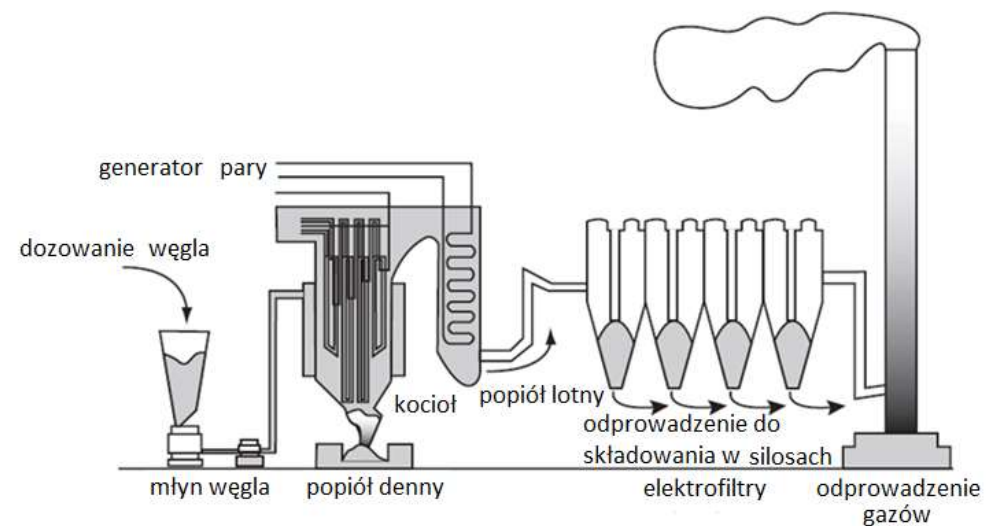
Dodatki

Popiół lotny wg PN-EN 450-1

Otrzymywany przez elektrostatyczne lub mechaniczne osadzanie pylistych cząstek spalin z palenisk opalanych pyłem węglowym (przy udziale lub bez udziału materiałów współpalanych) w różnego typu paleniskach elektrowni lub elektrociepłowni.

Ma postać drobno uziarnionego pyłu, składającego się głównie z kulistych, zeszkliwionych ziaren, wykazujący właściwości pucolanowe i zawierający przede wszystkim SiO_2 i Al_2O_3 .

Może być poddany obróbce, np. przez separację, sortowanie, suszenie, mieszanie, mielenie lub zmniejszanie zawartości węgla.



Składniki betonu

Dodatki

Popiół lotny wg PN-EN 450-1 – wymagania chemiczne

Wymaganie	Dopuszczalna zawartość	
	Popiół otrzymywany wyłącznie przez spalanie pyłu węglowego	Popiół otrzymywany wyłącznie przez współspalanie
Strata prażenia* - kategoria A - kategoria B - kategoria C	$\leq 5,0 \%$ $\leq 7,0 \%$ $\leq 9,0 \%$	
Chlorki	$\leq 0,10 \%$	
SO ₃	$\leq 3,0 \%$	
CaO wolny	$\leq 1,5 \%^{1)}$	
CaO reaktywny	$\leq 10,0 \%$	

*celem tego wymagania jest ograniczenie w popiele lotnym pozostałości niespalonego węgla

¹⁾ jeżeli zawartość wolnego CaO $\geq 1,5 \%$, należy sprawdzić zachowanie stałości objętości - próba Le Chateliera ≤ 10 mm

Składniki betonu

Dodatki

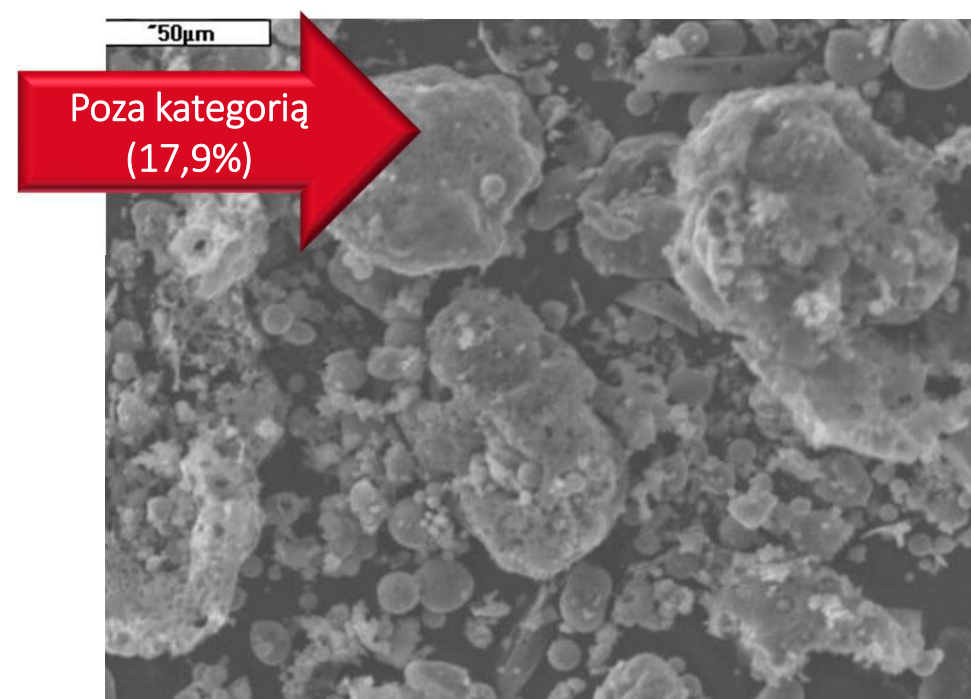
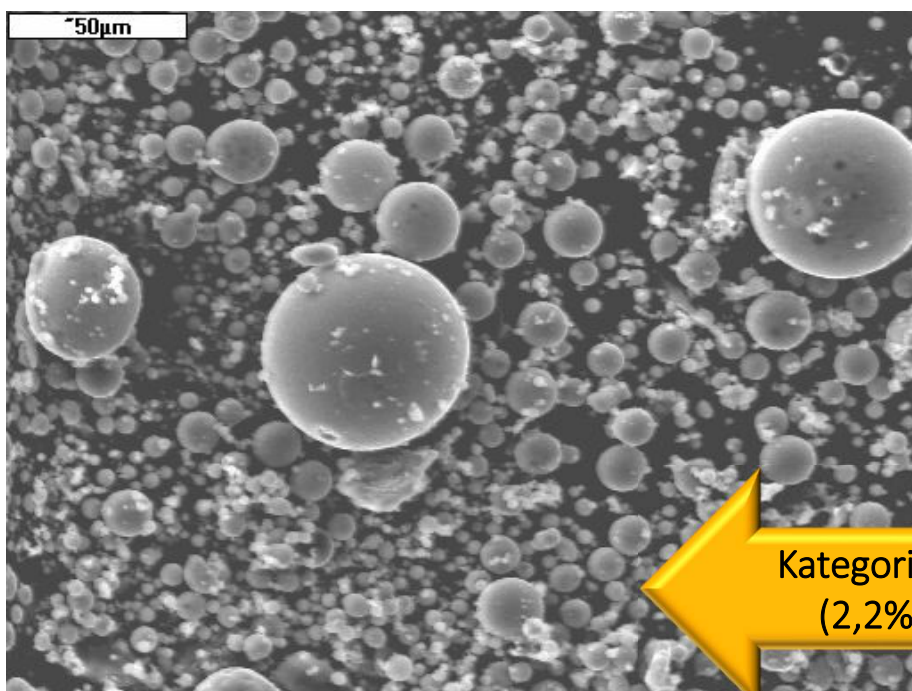
Popiół lotny wg PN-EN 450-1 – wymagania chemiczne

Wymaganie	Dopuszczalna zawartość	
	Popiół otrzymywany wyłącznie przez spalanie pyłu węglowego	Popiół otrzymywany wyłącznie przez współspalanie
SiO ₂ reaktywny	Określenie zawartości nie jest konieczne; należy przyjąć, że wymaganie jest spełnione	≥ 25,0 %
Suma zawartości tlenków: SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃		≥ 70,0 %
MgO		≤ 4,0 %
Całkowita zawartość alkaliów (Na ₂ O _{eq})		≤ 5,0 %
Zawartość fosforu (P ₂ O ₅)		5% (rozp. ≤ 100mg/kg)

Składniki betonu

Dodatki

Popiół lotny wg PN-EN 450-1 – strata prażenia



Składniki betonu

Dodatki

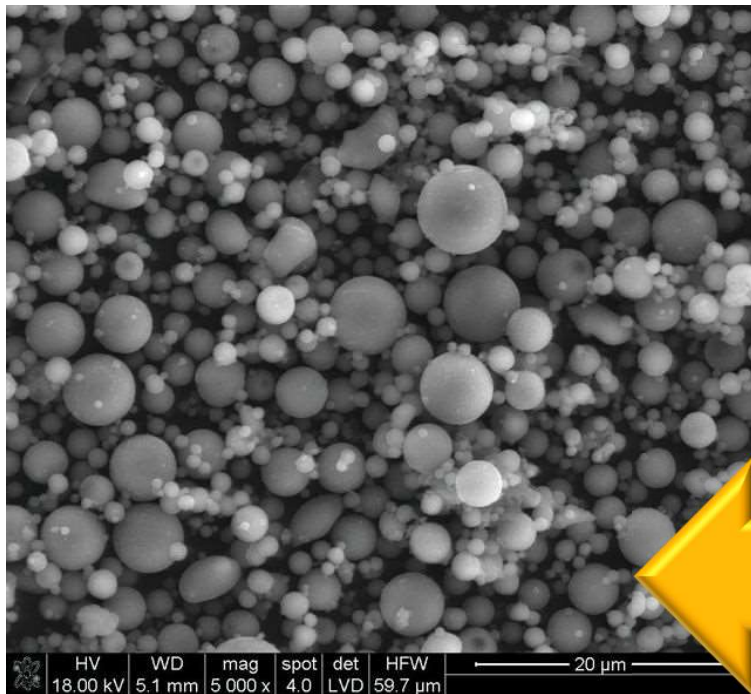
Popiół lotny wg PN-EN 450-1 – wymagania fizyczne

Wymaganie	Kryterium
Miałość - pozostałość na sicie 45 μ m: - kategoria N - kategoria S	$\leq 40\%$ $\leq 12\%$
Wskaźnik aktywności - po 28 dniach - po 90 dniach	$\geq 75\%$ $\geq 85\%$
Stałość objętości	$\leq 10\text{ mm}$
Gęstość objętościowa	max. różnica $\pm 200\text{ kg/m}^3$ w odniesieniu do wartości deklarowanej
Początek czasu wiązania	nie dłuższy niż 120 min w odniesieniu do czasu wiązania cementu CEM I
Wodoządność	$\leq 95\%$ wodoządności cementu CEM I

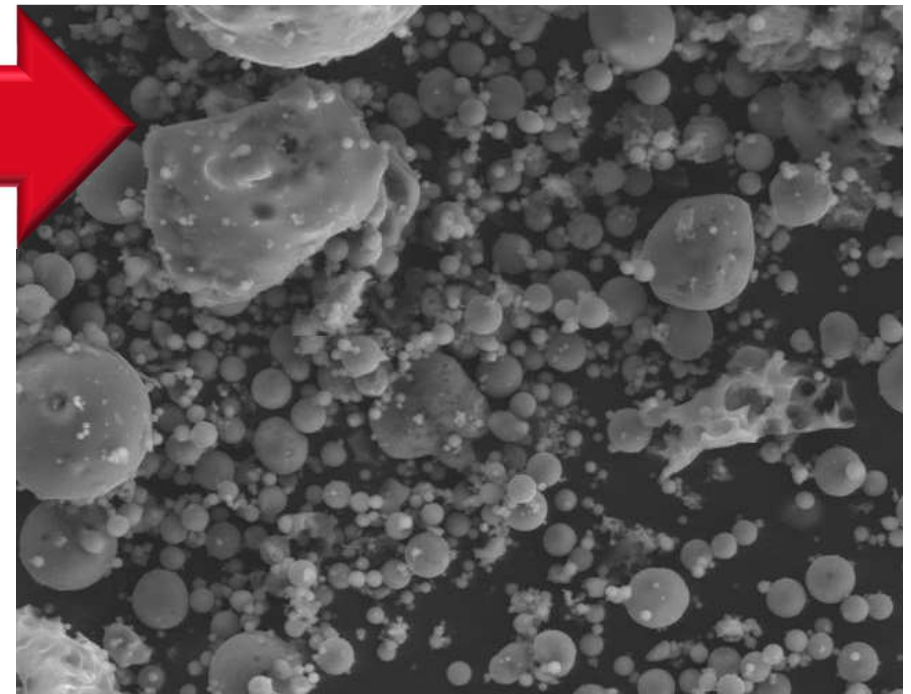
Składniki betonu

Dodatki

Popiół lotny wg PN-EN 450-1 – miąłkość



Kategoria N
(27,5%)



Kategoria S
(1,0%)

Granulowany żużel wielkopiecowy

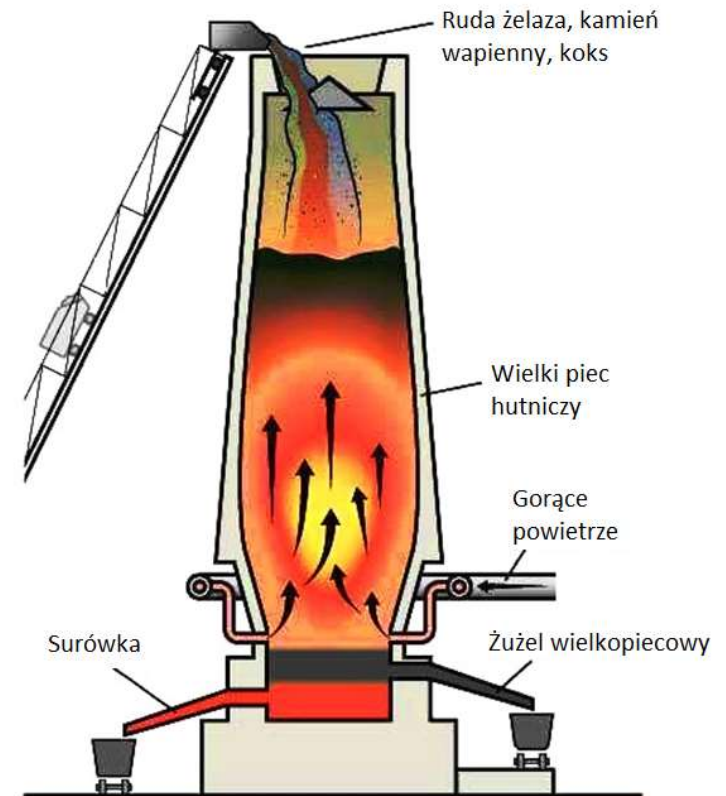


Składniki betonu

Dodatki

Granulowany żużel wielkopiecowy wg PN-EN 15167-1

Zeszlony materiał otrzymywany przez gwałtowne ochłodzenie (w wodzie lub powietrzu) stopionego żużła o odpowiednim składzie, powstającego przy wytapianiu rudy żelaza w wielkim piecu, składający się co najmniej w dwóch trzecich masy z żużła zeszlonego i wykazujący właściwości hydrauliczne przy odpowiedniej aktywacji



Składniki betonu

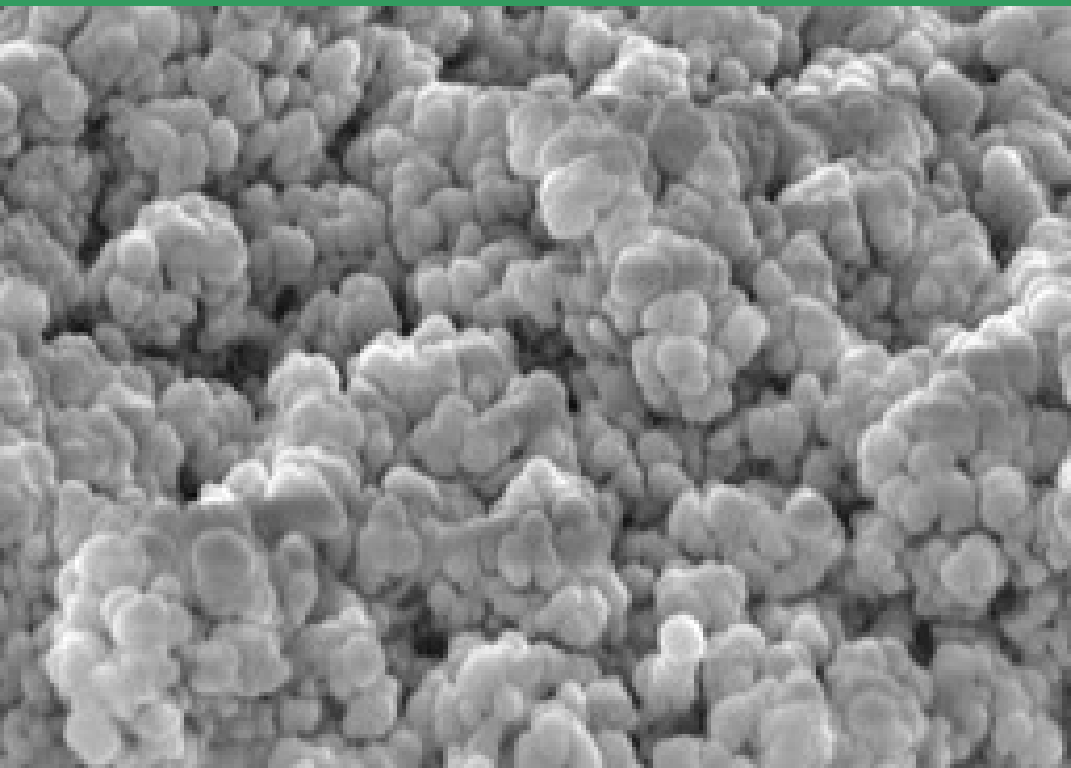
Dodatki

Granulowany żużel wielkopiecowy wg PN-EN 15167-1 – wymagania fizyczne i chemiczne

Właściwość	Wymagania
Powierzchnia właściwa	$\geq 2750 \text{ cm}^2/\text{g}$
Wskaźnik aktywności po 7 dniach	$\geq 45\%$
Wskaźnik aktywności po 28 dniach	$\geq 70\%$

Składnik	Wymagania [% masy]
MgO	$\leq 18,0$
Siarczany	$\leq 2,5$
Siarczki	$\leq 2,0$
Straty prażenia	$\leq 3,0$
Chlorki	$\leq 0,10$

Pył krzemionkowy



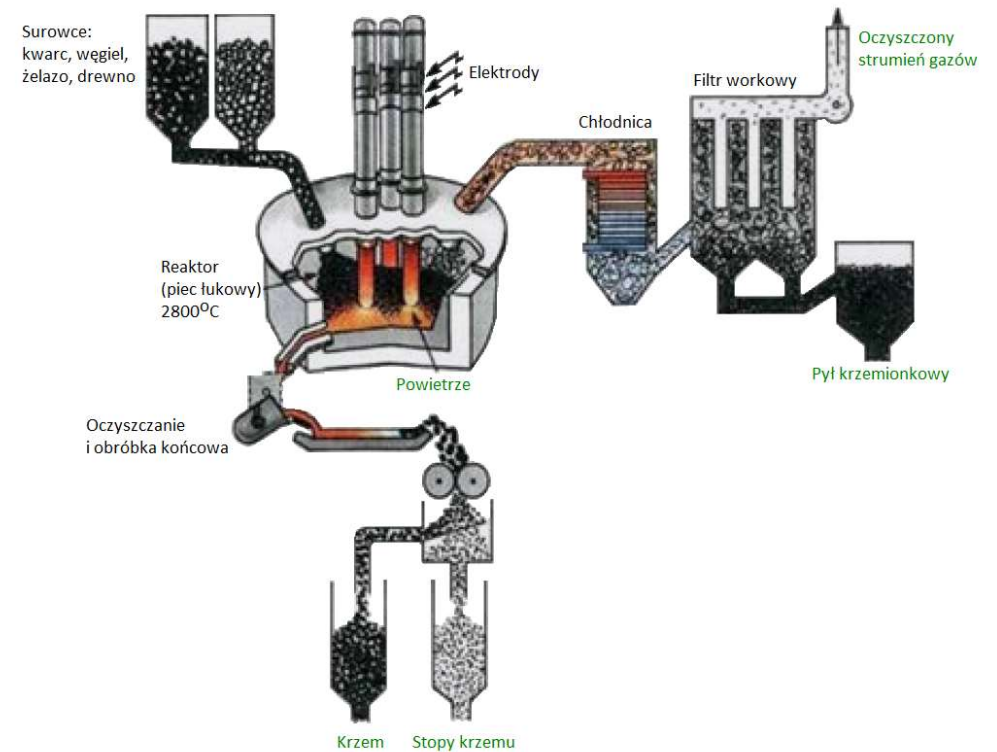
Składniki betonu

Dodatki

Pył krzemionkowy wg PN-EN 13263-1

Otrzymywany jako produkt uboczny procesu wytopienia przy produkcji metalicznego krzemu i stopów żelazokrzemowych.

Składa się głównie z kulistych ziaren bezpostaciowego dwutlenku krzemu, o średnicach mniejszych niż 10^{-6} m i dużej pucolanowości.



Składniki betonu

Dodatki

Pył krzemionkowy wg PN-EN 13263-1 - wymagania

Właściwość	Wymagania	
Powierzchnia właściwa [m ² /g]	od 15 do 35	
Strata prażenia [%]	≤ 4,0	
SiO ₂ [%]	kat. 1 ≥ 85,0	kat. 2 ≥ 80,0
Cl ⁻ [%]	≤ 0,30	
SO ₃ [%]	≤ 2,0	
CaO _{wolny} [%]	≤ 1,0	
Si _{wolny} [%]	≤ 0,4	
Wskaźnik aktywności po 28 dniach [%]	≥ 100	

Zasady stosowania dodatków w betonie

Składniki betonu

Dodatki

Dodatki typu II można uwzględnić w składzie betonu w ramach zawartości cementu oraz wartości współczynnika w/c. Przydatność i ilość dodatków do betonu powinna być oceniana i dobrana na podstawie badań wstępnych.

Norma PN-EN 206 dopuszcza do stosowania 3 koncepcje uwzględnienia dodatków typu II w składzie betonu:

- koncepcja współczynnika k,
- koncepcja równoważnych właściwości użytkowych (ECPC),
- koncepcja kombinacji równoważnych właściwości (EPCC).

Koncepcja współczynnika „k” jest koncepcją zalecaną

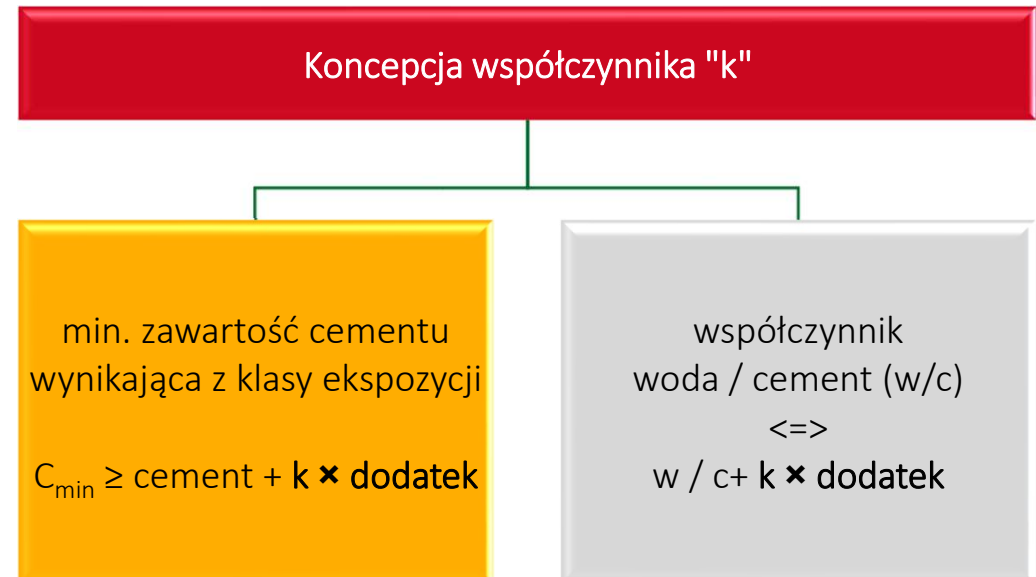
Składniki betonu

Dodatki

Koncepcja współczynnika „k”

Opiera się na porównaniu trwałości (wytrzymałości) betonu referencyjnego z cementem „A” oraz betonu, w którym część cementu „A” zastąpiono dodatkiem, biorąc pod uwagę współczynnik woda/cement (w/c) i zawartość dodatku.

Przy stosowaniu dodatków w większej ilości niż wynika to z założeń koncepcji współczynnika k, nadmiaru nie należy uwzględniać przy obliczaniu współczynnika w/c i minimalnej zawartości cementu.



Składniki betonu

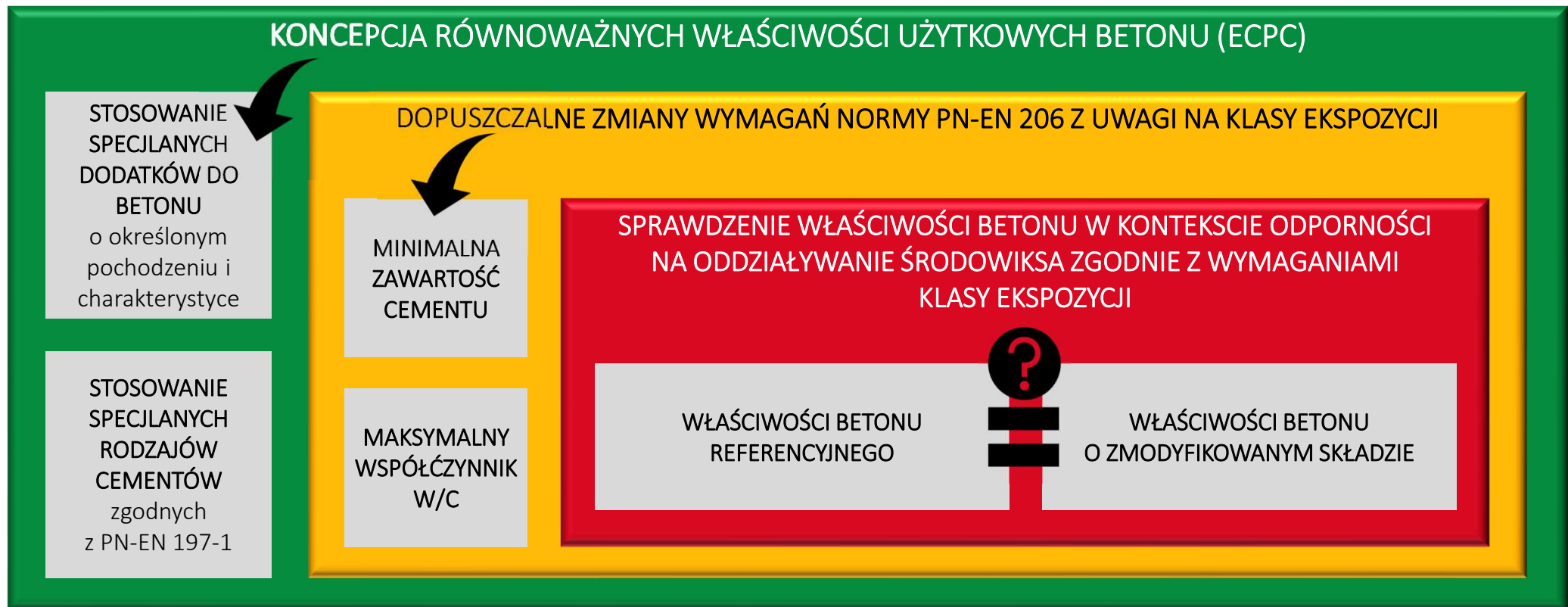
Dodatki

Zasady stosowania dodatków typu II wg koncepcji współczynnika „k”

Dodatek typu II	Współczynnik „k”	Maksymalna zawartość dodatku	Uwagi
Pył krzemionkowy	2,0	pył krzemionkowy /cement $\leq 11\%$	ilość cementu nie powinna być zmniejszona o więcej niż 30 kg/m ³
	1,0 w klasach ekspozycji XC, XF przy w/c > 0,45		
Popiół lotny krzemionkowy	0,4	popiół lotny /cement $\leq 33\%$	dotyczy cementu CEM I
		popiół lotny /cement $\leq 25\%$	dotyczy cementu CEM II/A
Granulowany żużel wielkopiecowy	0,6	żużel wielkopiecowy /cement $\leq 1,0$	dotyczy cementów CEM I i CEM II/A

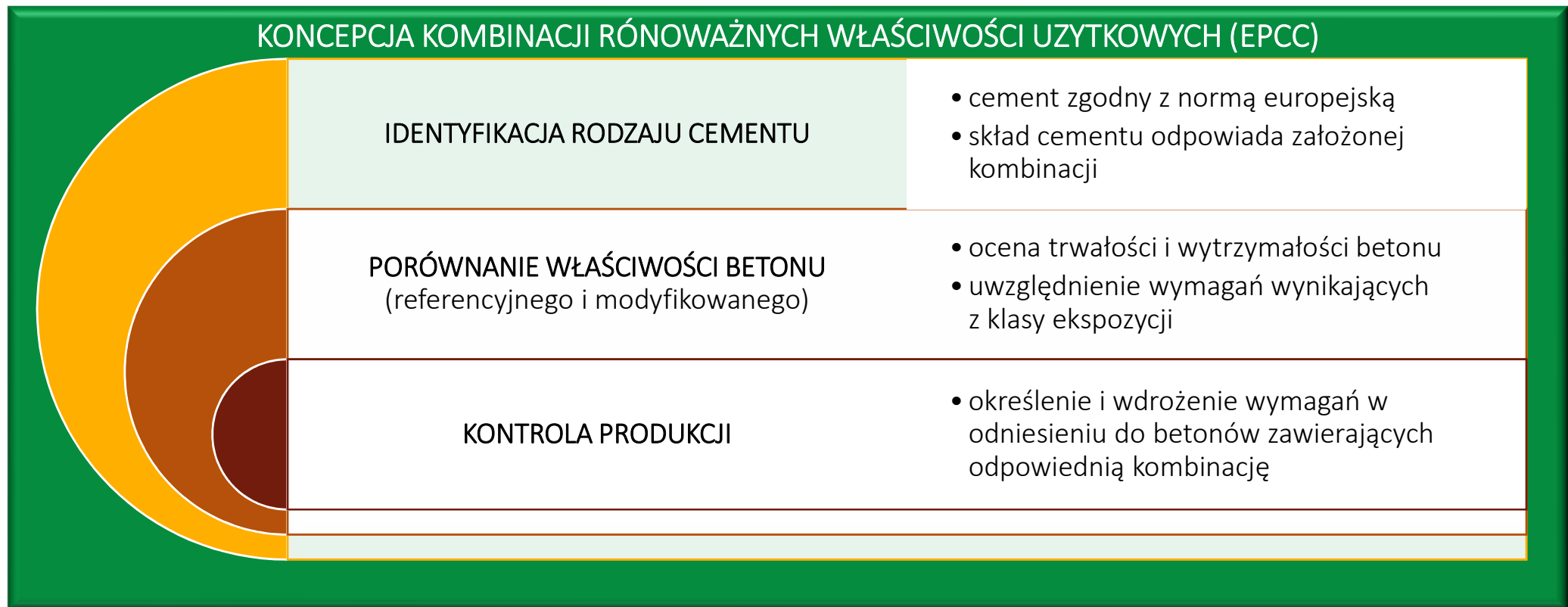
Składniki betonu

Dodatki

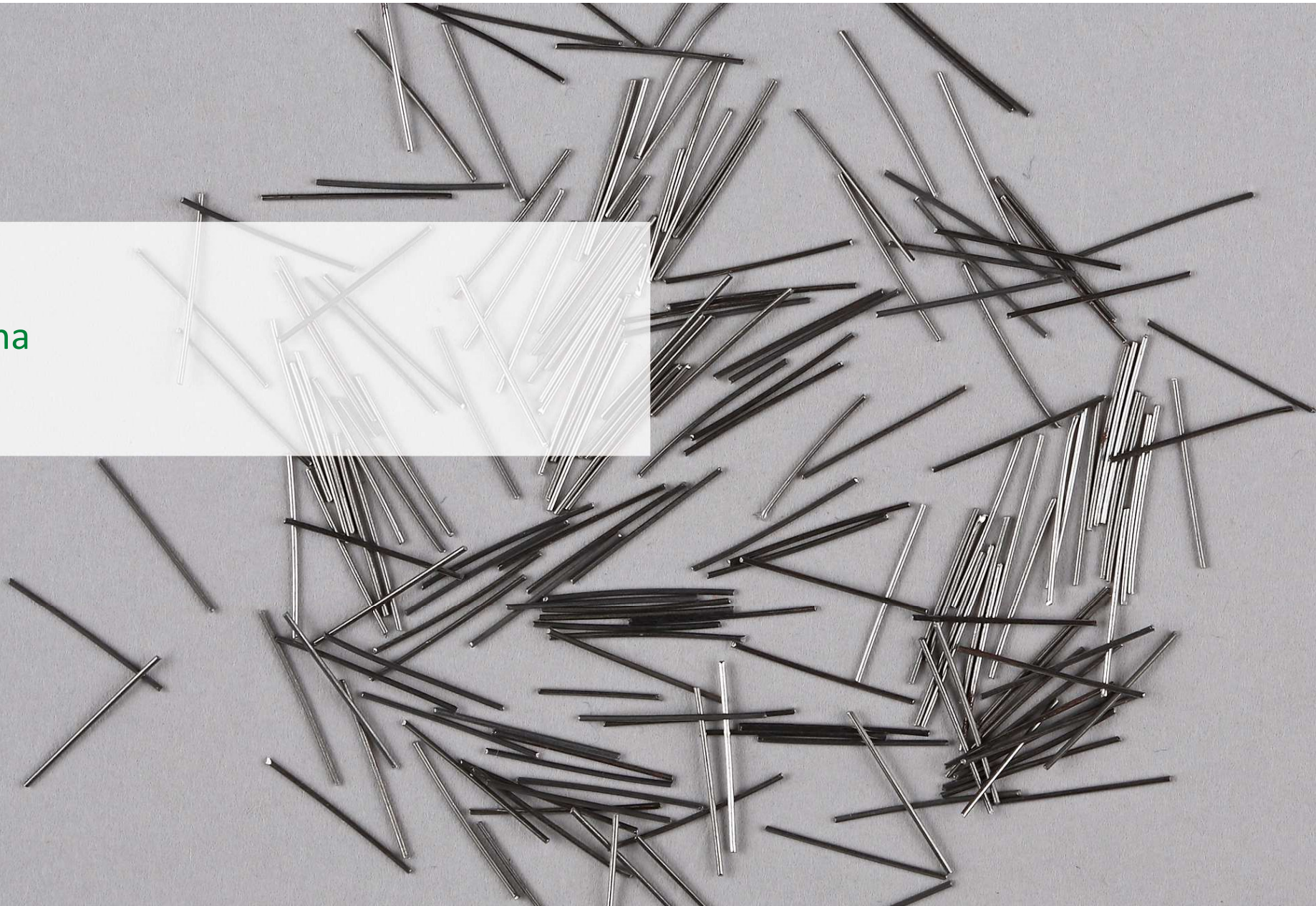


Składniki betonu

Dodatki



Włókna



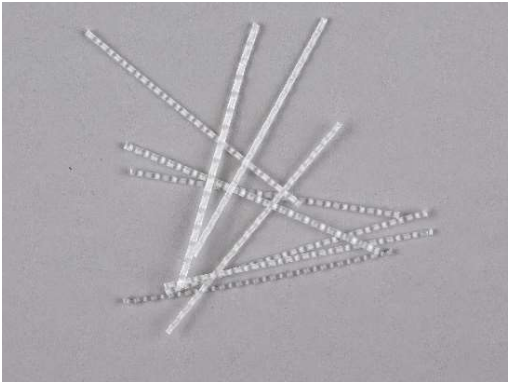
Składniki betonu

Włókna

Włókna to proste lub ukształtowane fragmenty wytłaczanego kierunkowo i ciętego materiału polimerowego lub drutu stalowego ciągniętego na zimno, włókna cięte z arkusza, włókna uzyskiwane ze stopu, włókna skrawane z drutu ciągniętego na zimno oraz włókna skrawane z bloków stalowych, odpowiednie do jednorodnego rozmieszczenia w mieszance betonowej lub zaprawie. Włókna stosowane w betonie jako zbrojenie rozproszone mają na celu zapewnić odporność betonu na zarysowanie i pękanie.

Ogólną przydatność włókien ustala się zgodnie z:

- PN-EN 14889-1 „Włókna do betonu - Część 1: Włókna stalowe - Definicje, wymagania i zgodność” ,
- PN-EN 14889-2 „Włókna do betonu – Część 2: Włókna polimerowe – Definicje, wymagania i zgodność”



Składniki betonu

Włókna

Zgodnie z normą PN-EN 206, należy zapewnić równomierne rozrowadzenie włókien w całej objętości mieszanki betonowej a przy tym zachować jej jednorodność, tak by rozmieszczenie włókien zostało zachowane w betonie stwardniałym.

Największy wpływ na właściwości mieszanki betonowej, ale także stwardniałego betonu mają:

- rodzaj,
- długość,
- średnica,
- kształt,
- rozkład
- zawartość włókien.



Składniki betonu

Zawartość chlorków

Określona jako zawartość jonów chloru Cl^- w odniesieniu do masy cementu (wyrażona w %).

Według normy PN-EN 206 zawartość chlorków w betonie nie powinna przekraczać wartości dla wybranej klasy

Zastosowanie betonu	Klasa zawartości chlorków	Maksymalna zawartość Cl^- w odniesieniu do masy cementu [%]
bez zbrojenia stalowego lub innych elementów metalowych, z wyjątkiem odpornych na korozję służących do podnoszenia	Cl 1,00	1,00
ze zbrojeniem stalowym lub innymi elementami metalowymi	Cl 0,20	0,20
	Cl 0,40	0,40
ze stalowym zbrojeniem sprężającym, bezpośrednio stykającym się z betonem	Cl 0,10	0,10
	Cl 0,20	0,20

W celu oznaczenia zawartości chlorków w betonie, należy określić sumę ich udziałów w poszczególnych składnikach betonu (cement, woda, kruszywo, dodatki i domieszki).

Właściwości betonu

Właściwości betonu

Właściwości mieszanki betonowej wg PN-EN 206

- konsystencja
- lepkość
- przepływalność
- odporność na segregację
- zawartość powietrza

Właściwości betonu stwardniałego wg PN-EN 206

- wytrzymałość na ściskanie
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu
- gęstość
- odporność na penetrację wody
- ognioodporność



Właściwości betonu

Badania właściwości mieszanki betonowej

PN-EN 12350 Badania mieszanki betonowej

Część 1: Pobieranie próbek i uniwersalna aparatura

Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka

Część 3: Badania konsystencji metodą Vebe

Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności

Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozpluwowego

Część 6: Gęstość

Część 7: Badanie zawartości powietrza - Metody ciśnieniowe

Część 8: Beton samozagęszczalny - Badanie konsystencji metodą rozpluwu stożka

Część 9: Beton samozagęszczalny - Badanie metodą V-lejka

Część 10: Beton samozagęszczalny - Badanie metodą L-pojemnika

Część 11: Beton samozagęszczalny - Badanie segregacji sitowej

Część 12: Beton samozagęszczalny - Badanie metodą J-pierścienia

Badania właściwości betonu stwardniałego

PN-EN 12390 Badania betonu

Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dot. próbek do badań i form

Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych

Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań

Część 4: Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych

Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badań

Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badań

Część 7: Gęstość betonu

Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem

Część 10: Oznaczanie odporności betonu na karbonatyzację w warunkach stężeń dwutlenku węgla na poziomie atmosferycznym

Część 11: Oznaczanie odporności betonu na wnikanie chlorków w warunkach jednokierunkowej dyfuzji

Część 13: Wyznaczanie siecznego modułu sprężystości przy ściskaniu

Część 14: Semi-adiabatyczna metoda oznaczania ciepła wydzielanego podczas procesu twardnienia betonu

Część 15: Adiabatyczna metoda oznaczania ciepła wydzielanego podczas procesu twardnienia betonu

Część 16: Oznaczanie skurczu betonu

Część 17: Oznaczanie pełzania betonu przy ściskaniu

A close-up photograph of a concrete mixture, showing a rough, granular texture with various shades of gray and brown. The surface is uneven and appears to be composed of small particles and clumps of material.

Właściwości mieszanki betonowej

Właściwości mieszanki betonowej

Konsystencja mieszanki betonowej

wg metody opadu stożka



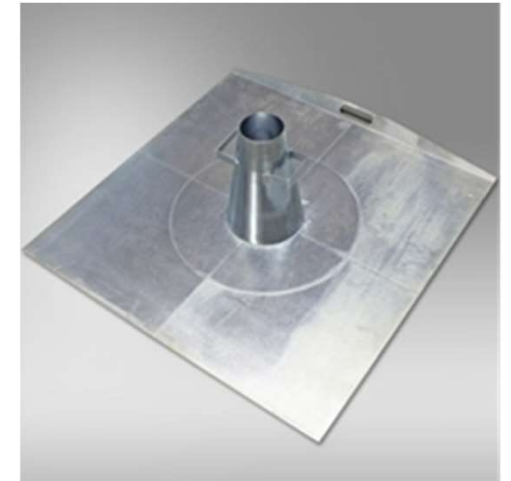
wg metody stopnia zagęszczalności



wg metody rozptywu



wg metody rozptywu stożka

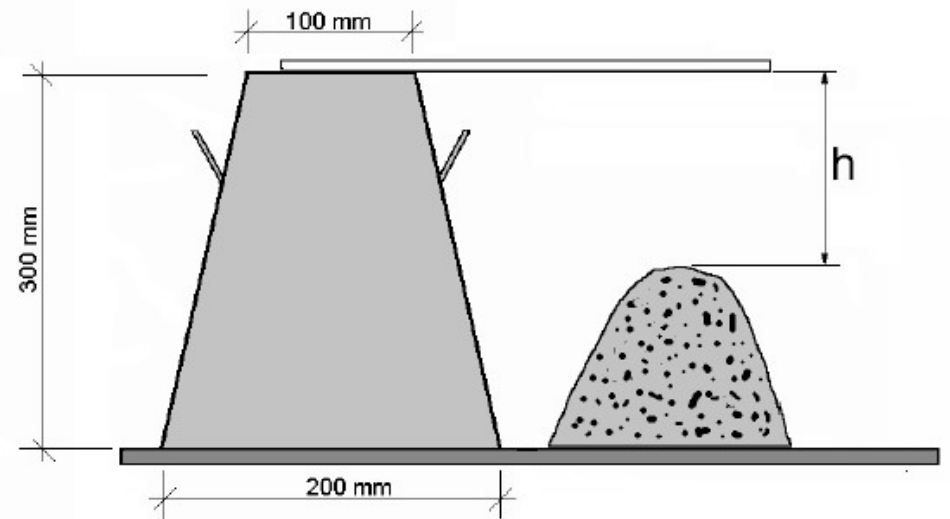


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy konsystencji wg metody opadu stożka

Badanie polega na pomiarze opadu stożka bezpośrednio po usunięciu formy (stożek Abramsa), czyli różnicy między wysokością formy, a wysokością najwyższego punktu rozformowanej próbki mieszanki betonowej. Mieszanekę umieszcza się w formie w 3 warstwach, każdą zagęszcza się ręcznie przez sztychowanie (25 razy)

Klasa	Opad stożka, mm
S1	10 – 40
S2	50 – 90
S3	100 – 150
S4	160 – 210
S5*	≥ 220

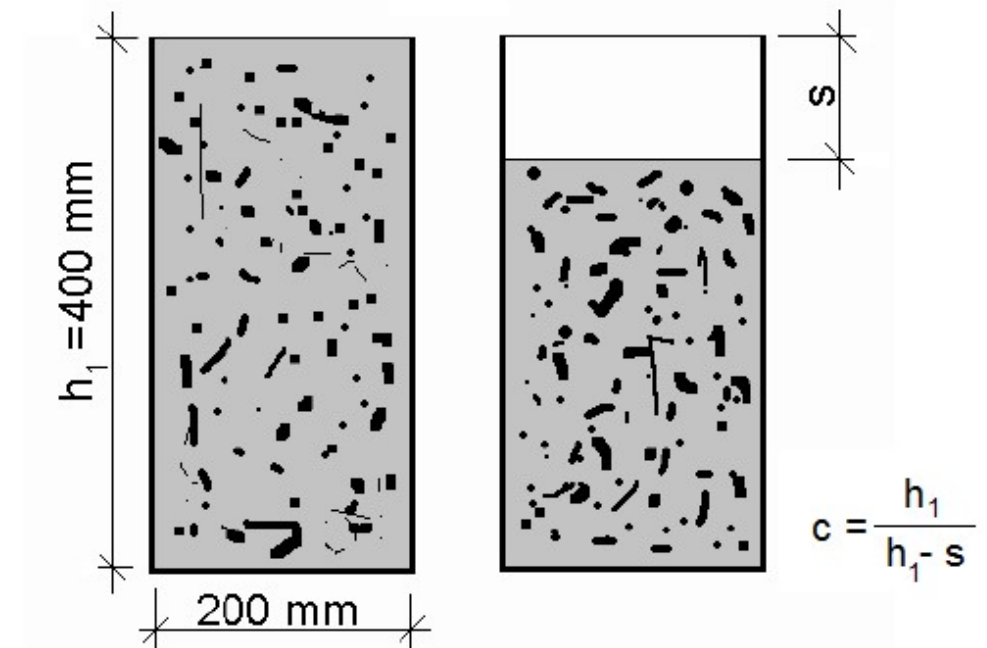


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy konsystencji wg metody stopnia zagęszczalności

Badanie polega na pomiarze odległości od górnej krawędzi pojemnika do powierzchni zagęszczonej mieszanki betonowej. Pojemnik wypełnia się mieszanką betonową równomiernie, bez zagęszczania, do górnej krawędzi formy. Mieszankę zagęszcza się przez wibrację

Klasa	Stopień zagęszczalności
C0*	$\geq 1,46$
C1	1,45 – 1,26
C2	1,25 – 1,11
C3	1,10 – 1,04
C4 ^a	$< 1,04$

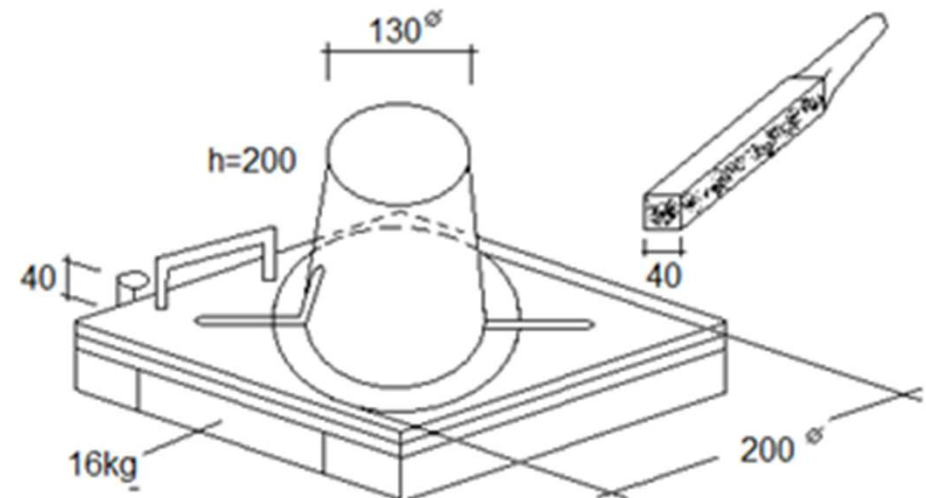


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy konsystencji wg metody rozptywu

Badanie polega na pomiarze rozptywu mieszanki betonowej na płaskiej płycie poddanej wstrząsom. Formę stożkową wypełnia się mieszanką w dwóch warstwach zagęszczanych ręcznie przy użyciu drewnianego drążka. Po podniesieniu formy, wykonuje się 15 cykli podnoszenia i swobodnego opadania płyty górnej stolika.

Klasa	Średnica rozptywu, mm
F1	≤ 340
F2	350 – 410
F3	420 – 480
F4	490 – 550
F5	560 – 620
F6	≥ 630

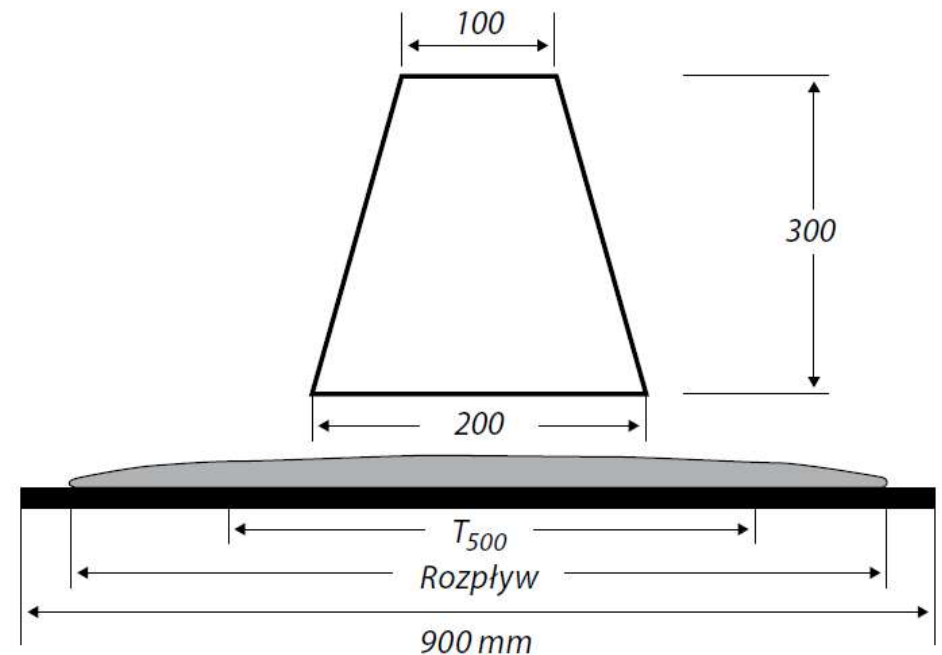


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy konsystencji wg metody rozptywu stożka

Badanie polega na pomiarze średnicy rozptywu mieszanki betonowej pod własnym ciężarem, po usunięciu formy. Mieszanke betonową umieszcza się w jednej warstwie, bez zagęszczania, w formie (stożek Abramsa), ustawionej na płycie. Po usunięciu formy mierzy się średnicę rozptywu w 2 kierunkach, jako wynik podaje się średnią.

Klasa	Średnica rozptywu, mm
SF1	≤ 340
SF2	350 – 410
SF3	420 – 480

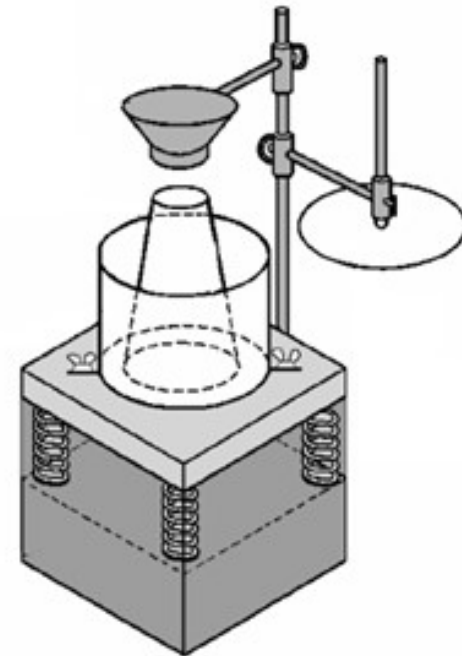


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy konsystencji wg metody Vebe (wg PN-B-06265)

Badanie polega na pomiarze czasu od momentu włączenia stołu wibracyjnego do momentu całkowitego zetknięcia się dolnej powierzchni krążka z mieszanką betonową. Przed pomiarem mieszankę umieszcza się w formie stożkowej w 3 warstwach zagęszczanych ręcznie przez sztychowanie. Po zdjęciu formy mierzy się opad stożka i rozpoczyna pomiar (uruchamia stół wibracyjny).

Klasa	Czas Vebe [s]
V0	≥ 31
V1	30–21
V2	20–11
V3	10–6
V4	5–3



Właściwości mieszanki betonowej

Klasy dodatkowych właściwości mieszanek samozagęszczalnych

lepkość



przeptywalność



odporność na segregację

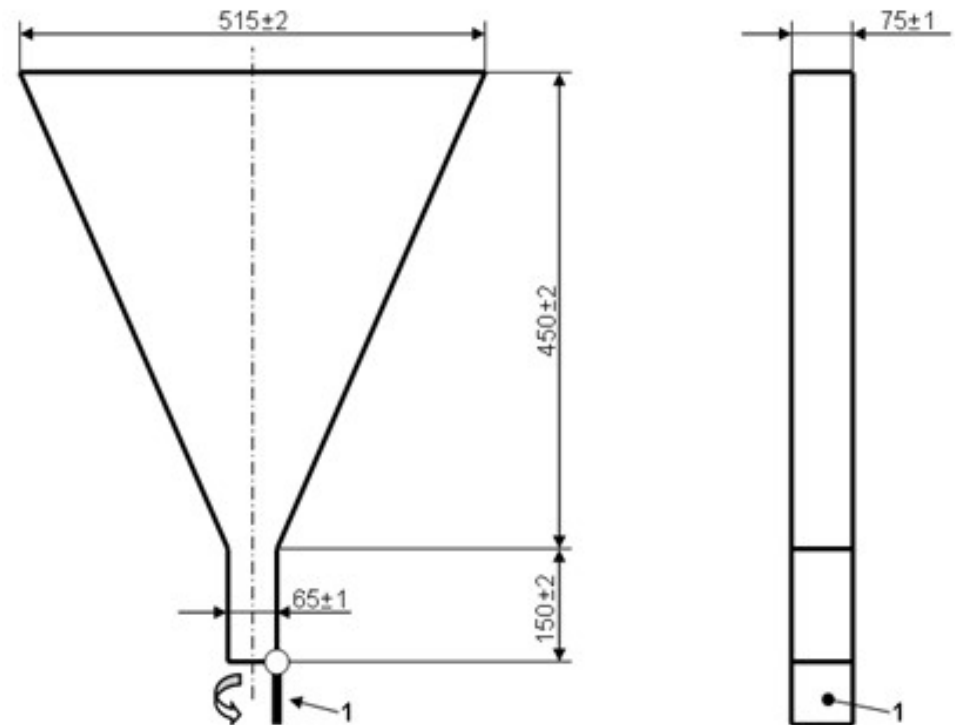


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy lepkości

Pomiar metodą V-lejka pozwala ocenić lepkość i zdolność mieszanki samozagęszczalnej do wypełniania formy. Badanie jest miarodajne jeżeli $D_{\max} \leq 22,4\text{mm}$.

Lepkość można również ocenić na podstawie oznaczenia czasu t_{500} przy pomiarze rozptywu stożka



Klasa	t_v [s]
VF1	< 9,0
VF2	9,0 – 25,0

Klasa	t_{500} [s]
VS1	< 2,0
VS2	≥ 2,0

Właściwości mieszanki betonowej

Klasy przepływalności

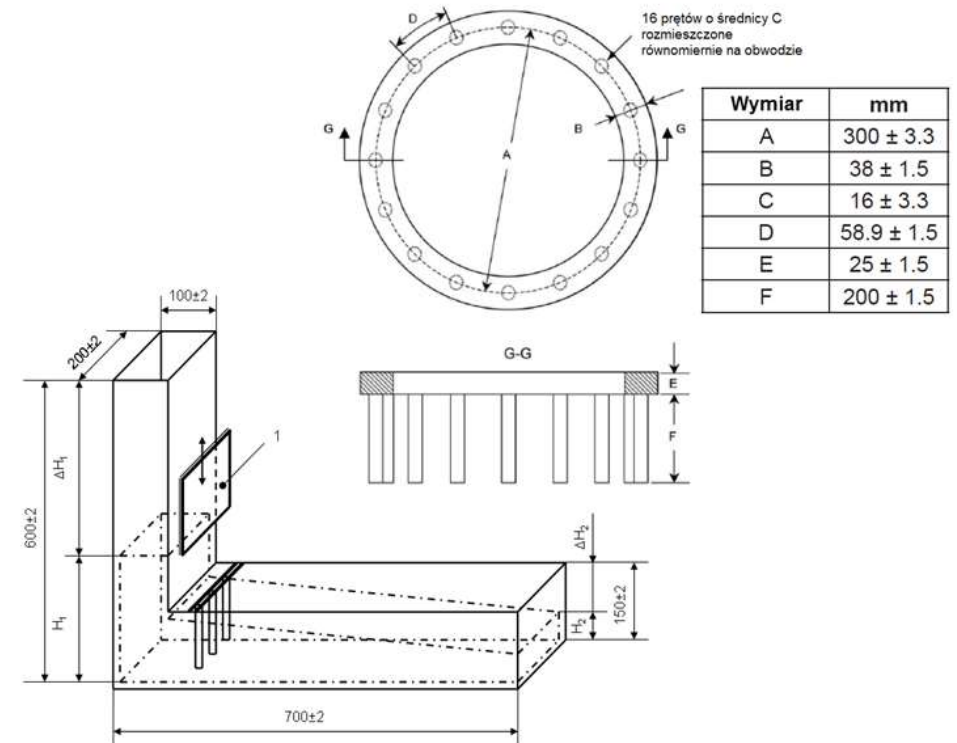
Określa się zdolność mieszanki betonowej SCC do przepływu przez ciasne otwory, pręty zbrojenia i inne przeszkody, bez blokowania się i segregacji.

Możliwe są dwie metody oznaczenia:

- L-box (L-pojemnik)
- J-ring (J-pierścień)

Klasa	Wskaźnik przepływalności L –box [mm]
PL1	$\geq 0,80$ dla 2 prętów
PL2	$\geq 0,80$ dla 3 prętów

Klasa	Wskaźnik przepływalności J –ring [mm]
PJ1	≤ 10 z 12 prętami
PJ2	≤ 10 z 16 prętami

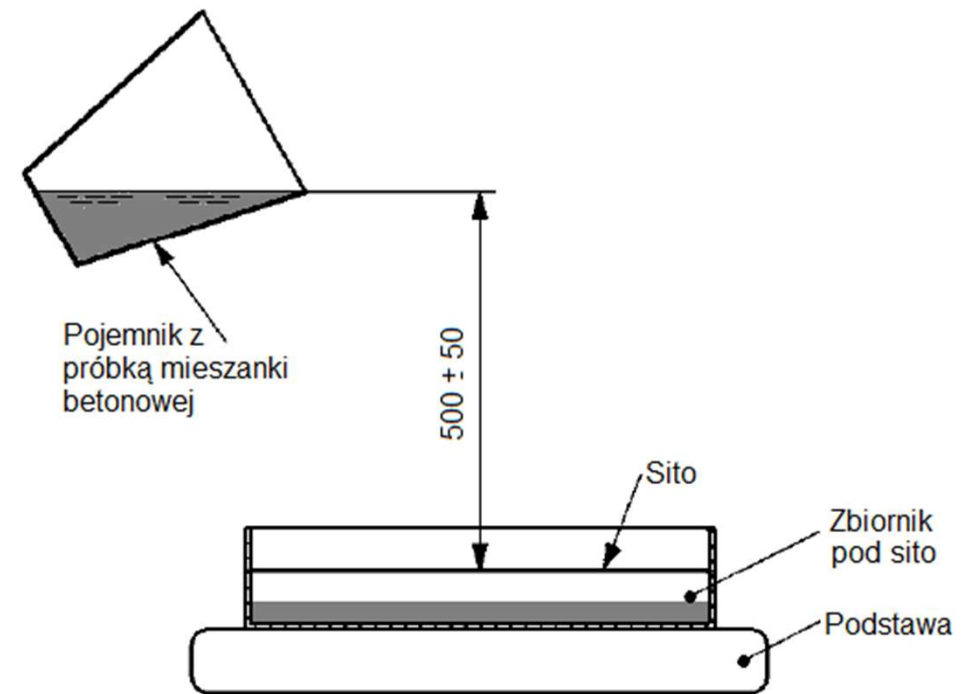


Właściwości mieszanki betonowej

Klasy odporności na segregację

Oznaczenie odporności testem przesiewu polega na wyznaczeniu (w %) ilości mieszanki betonowej przechodzącej przez sito 5 mm w stosunku do całkowitej ilości mieszanki umieszczonej na tym sicie po jej uprzednim przetrzymaniu przez okres 15 minut w przykrytym pojemniku.

Klasa	Udział segregacji [%]
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15



The background of the slide is a close-up photograph of a grey concrete surface. It is covered with numerous small, dark, irregularly shaped aggregate particles of varying sizes, which are embedded in the lighter-colored cement matrix. The lighting is even, highlighting the texture and grain of the material.

Właściwości betonu stwardniałego

Właściwości betonu stwardniałego

Klasy wytrzymałości na ściskanie

Podstawę klasyfikacji stanowi 28-dniowa wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm oraz próbkach sześciennych o boku 150 mm.

Wytrzymałość charakterystyczna f_{ck} - wartość wytrzymałości, poniżej której może znaleźć się 5% populacji wszystkich możliwych oznaczeń wytrzymałości dla danej objętości betonu.

Dopuszcza się określanie wytrzymałości betonu w terminach wcześniejszych lub późniejszych niż 28 dni.



Właściwości betonu stwardniałego

Klasy wytrzymałości na ściskanie

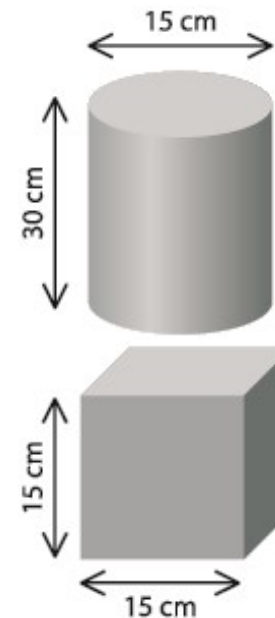
Wyróżnia się klasy wytrzymałości na ściskanie:

- C X/Y dla betonu zwykłego i ciężkiego
- LC X/Y dla betonu lekkiego,

gdzie:

X - $f_{ck, cyl}$ – charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie betonu, oznaczona na próbkach cylindrycznych po 28 dniach dojrzewania

Y - $f_{ck, cube}$ – charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie betonu, oznaczona na próbkach sześciennych po 28 dniach dojrzewania



Właściwości betonu stwardniałego

Klasy wytrzymałości na ściskanie

Klasa	$f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]
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

Klasa	$f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

Właściwości betonu stwardniałego

Klasy wytrzymałości na ściskanie

Dopuszcza się stosowanie próbek sześciennych o długości krawędzi 100 mm dla określenia wytrzymałości na ściskanie, jeżeli maksymalny wymiar ziarna kruszywa (D_{\max}) w betonie nie przekracza 16 mm.

Do przeliczenia wytrzymałości uzyskanej na podstawie badania próbek sześciennych o długości krawędzi 100 mm na normowy wymiar próbek należy zastosować następującą zależność

$$f_{ck, cube (150 mm)} = 0,95 \times f_{ck, cube (100 mm)}$$

Dopuszcza się stosowanie próbek sześciennych o długości krawędzi 200 mm dla określenia wytrzymałości na ściskanie, jeżeli maksymalny wymiar ziarna kruszywa (D_{\max}) w betonie nie przekracza 63 mm.

Do przeliczenia wytrzymałości uzyskanej na podstawie badania próbek sześciennych o długości krawędzi 200 mm na normowy wymiar próbek należy zastosować następującą zależność

$$f_{ck, cube (150 mm)} = 1,05 \times f_{ck, cube (200 mm)}$$

Właściwości betonu stwardniałego

Klasy gęstości betonu lekkiego

Beton lekki

gęstość w stanie suchym
 $800 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 2000 \text{ kg/m}^3$



Beton zwykły

gęstość w stanie suchym
 $2000 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 2600 \text{ kg/m}^3$



Beton ciężki

gęstość w stanie suchym
 $2600 \text{ kg/m}^3 \leq \rho$



Właściwości betonu stwardniałego

Właściwości nieuwjęte w normie PN-EN 206

D oceny trwałości betonu w konstrukcji specyfikowane i stosowane są liczne metody oznaczenia właściwości betonu, jak np.:

- wytrzymałość na zginanie,
- wodoszczelność,
- mrozoodporność,
- złuszczenie przy badaniu mrozoodporności,
- struktura napowietrzenia (rozkład porów powietrznych),
- odporność na korozję chemiczną,
- przepuszczalność jonów chlorkowych,
- głębokość karbonatyzacji,
- skurcz.

Właściwości betonu stwardniałego

Odporność na działanie mrozu (PN-B-06265)

Ocena odporności betonu na działanie mrozu, z uwzględnieniem:

- stopnia wewnętrznego zniszczenia – poprzez oznaczenie średniego spadku wytrzymałości Δf_F

$$\Delta f_F = \frac{f_{F1} - f_{F2}}{f_{F1}} \times 100\%$$

gdzie:

f_{F1} – średnia wytrzymałość na ściskanie próbek porównawczych – niezamrażanych, nasyconych wodą, N/mm²,

f_{F2} – średnia wytrzymałość na ściskanie próbek badanych, po ich ostatnim odmrażaniu, nasyconych wodą, N/mm²,

- destrukcji zewnętrznych – poprzez ocenę wizualną i średni ubytek masy Δm_F

$$\Delta m_F = \frac{m_{F1} - m_{F2}}{m_{F1}} \times 100\%$$

gdzie:

m_{F1} – średnia masa próbek przed ich pierwszym zamrażaniem, w stanie nasycenia wodą, kg,

m_{F2} – średnia masa próbek po ich ostatnim odmrażaniu, w stanie nasycenia wodą, kg.

Właściwości betonu stwardniałego

Odporność na działanie mrozu wg PN-B-06265

Cykliczność badania polega na kolejnym zamrażaniu całej próbki w powietrzu i odmrażaniu jej w wodzie, okres trwania pełnego cyklu wynosi co najmniej 6 godzin.

Mrozoodporność betonu określona jest stopniem mrozoodporności, który uznaje się za osiągnięty, gdy:

- próbki nie wykazują pęknięć,
- łączna masa ubytków betonu nie przekracza 5% masy próbek przed rozpoczęciem cykli zamrażania/rozmrażania,
- obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do wytrzymałości próbek niezamrażanych nie jest większe niż 20%.

Wskaźnik N*	Stopień mrozoodporności
do 25	F25
26-50	F50
51-75	F75
76-100	F100
101-150	F150
151-200	F200
ponad 200	F300

*wskaźnik N odpowiada liczbie przewidywanych lat użytkowania konstrukcji. W przypadku, gdy beton narażony jest na kapilarne podciąganie wody, wskaźnik należy zwiększyć o 50, natomiast jeżeli znajduje się w strefie wahań poziomu wody lub środków rozmrażających – zwiększyć o 100.

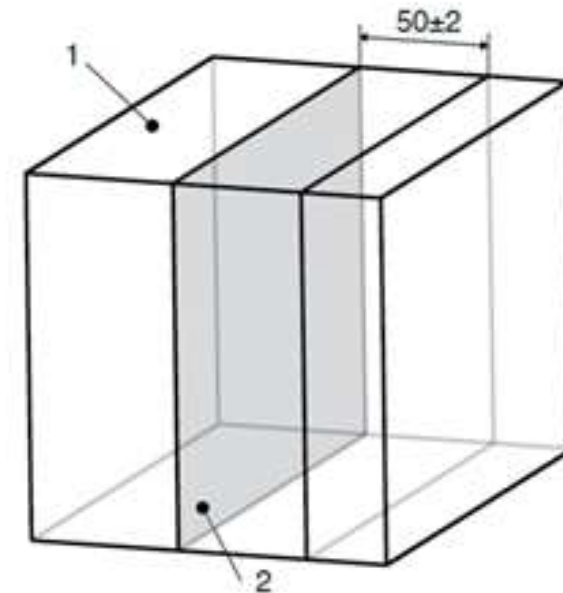
Właściwości betonu stwardniałego

Odporność na cykliczne zamrażanie-odmrażanie w obecności soli odladzających wg PN-B-06265

Oznaczenie polega na poddaniu powierzchni próbki betonowej cyklicznemu zamrażaniu/rozmrażaniu pod warstwą wody dejonizowanej grubości 3mm, bądź 3% roztworu chlorku sodu NaCl. Ocenie podlega ilość materiału, który uległ złuszczeniu z badanej powierzchni, po 56 cyklach zamrażania/rozmrażania.

Kategoria	Ubytek masy po 28 cyklach (m_{28})	Ubytek masy po 56 cyklach (m_{56})	Stopień ubytku m_{56}/m_{28}
FT 0	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań
FT 1	wart. średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$ *)	brak wymagań	brak wymagań
FT 2	wart. średnia $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$	wart. średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$ *)	≤ 2

*) każdy pojedynczy wynik $\leq 1,5 \text{ kg/m}^2$



Właściwości betonu stwardniałego

Rodzaj cementu	Czas równoważny [dni]
CEM I (R) CEM II/A (R)	28 dni
CEM I (N) CEM II/A (N) CEM II/B (N, R) CEM IV/A	56 dni
CEM III CEM IV/B CEM V	90 dni

Badania właściwości stwardniałego betonu, inne niż wytrzymałość, rozpoczyna się w czasie równoważnym dojrzewania betonu, zależnym od rodzaju użytego cementu.

Dodatkowe informacje

Dodatkowe informacje

Temperatura betonu

Temperatura mieszanki betonowej w czasie dostawy nie powinna być niższa niż 5 °C.

W przypadku gdy niezbędna jest inna minimalna lub maksymalna temperatura mieszanki betonowej, wartości te należy wyspecyfikować, podając dopuszczalne tolerancje. Wszelkie wymagania dotyczące sztucznego chłodzenia lub podgrzewania mieszanki przed jej dostarczeniem powinny być uzgodnione między producentem, a wykonawcą.

Zachowanie temperatury mieszanki na poziomie powyżej 5°C pozwala uniknąć ryzyka zamarznięcia wody w mieszance. Niemniej ważne jest uzyskanie przez młody beton minimalnej wytrzymałości na ściskanie, zanim ulegnie on pierwszemu zamarznięciu.

Przyjmuje się, że warunkową odporność na jednokrotne działanie mrozu młody beton uzyskuje wtedy, gdy jego wytrzymałość na ściskanie wynosi, nie mniej niż:

- 5 MPa – przy stosowaniu cementów portlandzkich CEM I,
- 8 MPa – przy stosowaniu cementów portlandzkich wieloskładnikowych CEM II,
- 10 MPa – przy stosowaniu cementów hutniczych CEM III.

Dodatkowe informacje

Rozwój wytrzymałości

Rozwój wytrzymałości betonu określa się poprzez współczynnik wytrzymałości, czyli stosunek średniej wytrzymałości na ściskanie po 2 dniach dojrzewania ($f_{cm,2}$) do średniej wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania ($f_{cm,28}$) oznaczonych na etapie badań wstępnych w temperaturze +20°C .

Rozwój wytrzymałości betonu	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	$< 0,15$

Rozwój wytrzymałości betonu jest szczególnie istotny z uwagi na określenie długości okresu pielęgnacji betonu.

Dodatkowe informacje

Pielęgnacja betonu

Wytyczne dotyczące pielęgnacji elementów betonowych zawarte są w normie PN-EN 13670 „Wykonywanie konstrukcji z betonu”

Pielęgnację powierzchni betonu należy rozpocząć bezzwłocznie po zakończeniu operacji zagęszczania i wykańczania powierzchni betonu, tam gdzie jest to konieczne. W razie konieczności ochrony powierzchni betonu przed nadaniem jej ostatecznej tekstury, należy stosować pielęgnację tymczasową.

Pielęgnację młodego betonu przeprowadza się w celu:

- minimalizacji skurczu plastycznego,
- zapewnienia odpowiedniej wytrzymałości powierzchniowej,
- zapewnienia odpowiedniej trwałości strefy powierzchniowej,
- zabezpieczenia przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych i zamarzaniem,
- zabezpieczenia przed drganiami, uderzeniami lub uszkodzeniami.

Dodatkowe informacje

Pielęgnacja betonu

Metody pielęgnacji betonu:

- pielęgnacja na mokro - zraszanie betonu wodą, okrywanie wilgotnymi matami jutowymi lub geowłókniną,
- stosowanie osłon - okrywanie folią lub płytami z materiałów izolacyjnych (wełny mineralnej lub styropianu), wykonanie namiotu ochronnego w miejscu wbudowania betonu
- stosowanie preparatów do pielęgnacji betonu – pokrycie powierzchni świeżego betonu filmem ochronnym preparatu.

Czas trwania pielęgnacji elementu jest powiązany z rozwojem wytrzymałości w strefie powierzchniowej betonu; określony został poprzez klasy pielęgnacji zdefiniowane jako czas bądź procent wytrzymałości charakterystycznej 28 dniowej, przy którym możliwe jest zakończenie procesu pielęgnacji.

Klasa pielęgnacji	Klasa 1.	Klasa 2.	Klasa 3.	Klasa 4.
Czas [godz.]	12 ^{a)}	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
Specyfikowana charakterystyczna wytrzymałość 28-dniowa [%]	nie dotyczy	35	50	70

a) jeżeli czas początku wiązania nie przekracza 5 godz. oraz temperatura powierzchni betonu jest \geq niż 5°C

Dodatkowe informacje

Pielęgnacja betonu

Długość okresu pielęgnacji świeżo ułożonego betonu jest uzależniona od panujących warunków atmosferycznych i rodzaju zastosowanego cementu, może być określana za pomocą następujących metod:

- pomiaru temperatury z sondy umieszczonej maksymalnie 10 mm pod powierzchnią betonu,
- pomiaru temperatur na podstawie średniej dziennej temperatury,
- pomiaru za pomocą sklerometru Schmidta (po kalibracji na reprezentatywnych próbach betonu),
- innych metod, których przydatność została udowodniona.

Temperatura (t) powierzchni betonu [°C]	Minimalny okres pielęgnacji [dni] dla 2 klasy pielęgnacji		
	Rozwój wytrzymałości betonu (f_{cm2}/f_{cm28}) = r		
	szybki $r \geq 0,50$	średni $0,50 > r \geq 0,30$	wolny $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5$	2,0	5	11

Jeżeli czasu początku wiązania przekracza 5 godzin lub w pewnym okresie temperatura spadnie poniżej 5°C, okres ten należy doliczyć do czasu pielęgnacji.

Dodatkowe informacje

Pielęgnacja betonu

Temperatura (t) powierzchni betonu [°C]	Minimalny okres pielęgnacji [dni] dla 3 klasy pielęgnacji		
	Rozwój wytrzymałości betonu (f_{cm2}/f_{cm28}) = r		
	szybki $r \geq 0,50$	średni $0,50 > r \geq 0,30$	wolny $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t \geq 15$	2,0	4	7
$15 > t \geq 10$	2,5	7	12
$10 > t \geq 5$	3,5	9	18

Temperatura (t) powierzchni betonu [°C]	Minimalny okres pielęgnacji [dni] dla 4 klasy pielęgnacji		
	Rozwój wytrzymałości betonu (f_{cm2}/f_{cm28}) = r		
	szybki $r \geq 0,50$	średni $0,50 > r \geq 0,30$	wolny $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$	9	18	30

Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze - wady wyrobów



Przyczyny:

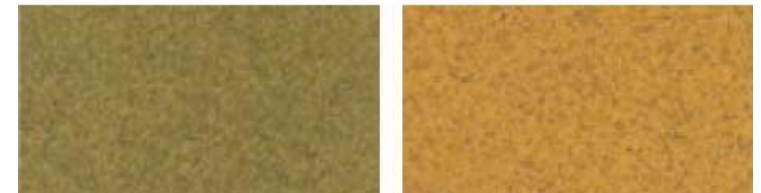
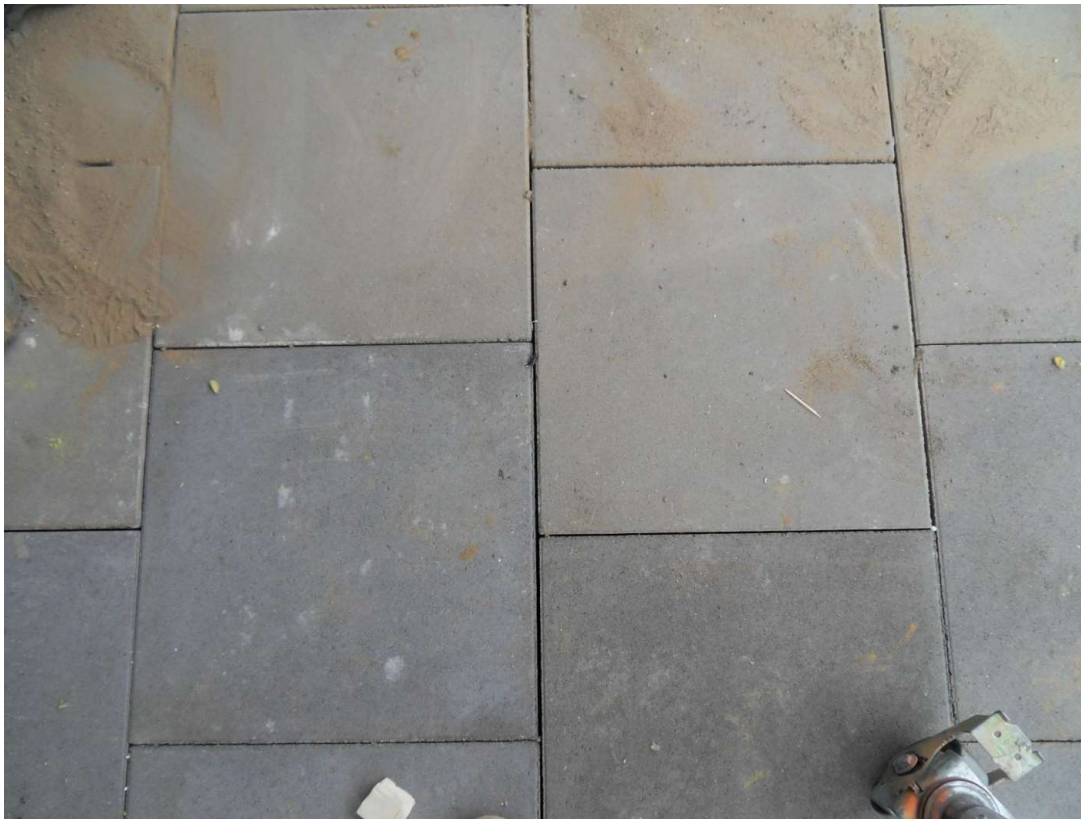
- zanieczyszczenia kruszywa
- zmienność barwy kruszywa
- niewłaściwa ilość wody (zbyt niski lub wysoki współczynnik w/c)
- nieprawidłowości w cyklu mieszania
- brak odpowiednich warunków pielęgnacji

Skutki:

- brak spełnienia warunków normowych – brak trwałości
- zniszczenie struktury betonu
- dziury i wyrwania w warstwie fakturowej produktu
- wykwyty powierzchniowe
- wielkopowierzchniowe różnice w kolorystyce

Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – różnice kolorystyczne



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – zmiana współczynnika w/c



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – przygotowanie deskowania



Błędy wykonawcze – wykończenie powierzchni



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – wykończenie powierzchni



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – stosowanie środków antyadhezyjnych, wykończenie powierzchni



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – brak jednorodności betonu



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – zbyt późne cięcia dylatacyjne



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – błędy w zagęszczaniu betonu



Dodatkowe informacje

Błędy wykonawcze – błędy w zagęszczaniu betonu



Dodatkowe informacje

Wyrób budowlany



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Dz.U. poz. 1570 z 8 września 2016

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobach budowlanych

Dz.U. poz. 1966 z 17 listopada 2016

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i budownictwa w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym

Dz.U. poz. 1233 z 13 czerwca 2018

Rozporządzenie Ministra Inwestycji i rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym

1.01.2021 r. – obowiązek znakowania betonu towarowego znakiem budowlanym

Dodatkowe informacje

Odpowiedzialność producenta

Producent powinien sprawdzić jakim regulacjom podlega wyrób, przez co ponosi odpowiedzialność za spełnienie wymagań zawartych w dyrektywach/rozporządzeniach unijnych i krajowych oraz umieszczenie oznakowania CE lub B na wyrobie.

Jeżeli wyrób podlega kilku regulacjom, producent musi zagwarantować spełnienie zawartych w nich wymagań i umieścić odpowiednie oznakowanie na wyrobie.

System Europejski

- Art. 5 ust. 1 Ustawy o Wyrobach budowlanych
- Rozporządzenie nr 305/2011 - CPR

System Krajowy

- Ustawa o Wyrobach Budowlanych wraz z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 z późn. zm. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym



Dodatkowe informacje

Wyrób budowlany

Grupy wyrobów budowlanych objęte obowiązkiem sporządzania krajowej deklaracji właściwości użytkowych oraz wymagane dla tych grup krajowe systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych:

Załącznik nr 1, Dz.U. poz. 1233 z 13 czerwca 2018
grupa 26 *Beton i wyroby związane z betonem, zaprawą i zaczynem.*

Krajowy system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych:

- do zastosowań konstrukcyjnych – system 2+
- do pozostałych zastosowań – system 4

Dodatkowe informacje

Wyrób budowlany – deklarowanie właściwości użytkowych

Krajowy system 2+

Działania producenta:

- ocena właściwości użytkowych wyrobu na podstawie badań próbek pobranych przez producenta (badania typu),
- prowadzenia zakładowej kontroli produkcji,
- badanie próbek pobranych przez producenta w zakładzie produkcyjnym zgodnie z ustalonym przez niego planem badań.

jednostki certyfikującej:

- przeprowadzenie wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
- wydanie krajowego certyfikatu zgodności zakładowej kontroli produkcji,
- kontynuacja nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.

Krajowy system 4

- działania producenta związane z oceną i weryfikacją, obejmują określenie typu wyrobu budowlanego, ocenę właściwości użytkowych wyrobu na podstawie badań wyrobu oraz prowadzenie zakładowej kontroli produkcji,

- jednostka certyfikująca nie uczestniczy w ocenie i weryfikacji wyrobu oraz zakładowej kontroli produkcji.

Pytania



BETON

Składniki, klasy ekspozycji, właściwości

Centrum Technologiczne Betotech Sp. z o.o.