

W 2013r. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad wprowadziła do stosowania nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne (OST) określające warunki dla wykonania nawierzchni betonowej oraz betonu konstrukcyjnego. Zasadniczym celem opracowania OST było stworzenie nowoczesnych dokumentów technicznych, zgodnych ze stanem wiedzy i popartych doświadczeniami budowlanymi, tak by zapewnić nowym inwestycjom w inżynierii komunikacyjnej wysoką jakość i trwałość konstrukcji betonowych. OST stanowią podstawę sporządzania specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) dla realizacji robót na drogach krajowych, ponadto są zalecane przy realizacjach na drogach wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Dokumenty te zmieniają podejście do problemu trwałości konstrukcji betonowych poprzez odpowiednie zdefiniowanie wymogów dotyczących składników, warunków produkcji oraz właściwości betonu. Obecne zapisy dają technologom betonu większe możliwości w kształtowaniu trwałości konstrukcji. Wymagania i zalecenia w zakresie składników do produkcji betonu są jednym z obszarów, który uległ najistotniejszym i najszerzym modyfikacjom wraz z wprowadzeniem nowych Ogólnych Specyfikacji Technicznych (OST).

CEMENT

Nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne uwzględniają rodzaj i funkcję elementu konstrukcji w obiekcie inżynierskim oraz warunki środowiskowe (klasy ekspozycji), w jakich obiekt będzie użytkowany. Dopuszczają do stosowania w betonie nawierzchniowym i konstrukcyjnym cement portlandzki CEM I, cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II oraz cement hutniczy CEM III – wymagania stawiane poszczególnym rodzajom cementu przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Ogólne Specyfikacje Techniczne uwzględniają różnice we właściwościach cementów, wprowadzając tzw. czas równoważny dla określania właściwości betonu, zwłaszcza trwałościowych (mrozoodporność, szczelność, podatność na korozję). W zależności od rodzaju zastosowanego cementu właściwości betonu należy określać w terminach wg tabeli 3.

Tabela 1. Wymagania OST odnośnie cementu do betonu konstrukcyjnego w drogowym obiekcie inżynierskim

Rodzaj betonu	Wymagania odnośnie cementu	Oferta Górażdże Cement S.A.
Beton konstrukcyjny	Cement portlandzki CEM I całkowita zawartość alkaliów $Na_2O_{eq} \leq 0,8\%$ wg PN-EN 196-2 początek wiązania ≥ 120 min wg PN-EN 196-3	CEM I 42,5R CEM I 52,5R
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/A-S całkowita zawartość alkaliów $Na_2O_{eq} \leq 0,8\%$ wg PN-EN 196-2	CEM II/A-S 52,5N
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S całkowita zawartość alkaliów $Na_2O_{eq} \leq 0,9\%$ wg PN-EN 196-2	CEM II/B-S 32,5R CEM II/B-S 42,5N
Beton konstrukcyjny sprężony	Zaleca się stosowanie cementu portlandzkiego CEM I	CEM I 42,5R CEM I 52,5R
Beton konstrukcyjny masywny	Cementy jak dla betonu konstrukcyjnego, ale o niskim cieple hydratacji LH. Dopuszcza się stosowanie cementu hutniczego CEM III/A za wyjątkiem klasy ekspozycji XF4.	CEM III/A 32,5N-LH/HSR/NA CEM III/A 42,5N-LH/HSR/NA
Beton konstrukcyjny w klasach ekspozycji XA2, XA3, XD3 i XS3	Cementy odporne na siarczany: <ul style="list-style-type: none"> cement portlandzki CEM I SR wg PN-EN 197-1 cement portlandzki - żuźlowy CEM II/A,B-S HSR wg PN-B-19707 cement hutniczy CEM III/A HSR wg PN-B-19707 	CEM III/A 32,5N-LH/HSR/NA CEM III/A 42,5N-LH/HSR/NA

Dopuszcza się, zastosowanie cementów o wysokiej wytrzymałości wczesnej (R). Do betonu klasy wyższej niż C30/37 powinien być stosowany cement klasy $\geq 42,5$.

Tabela 2. Wymagania OST odnośnie cementu do betonu nawierzchniowego

Rodzaj nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania specjalne	Kategoria ruchu	Oferta Górażdże Cement S.A.
Nawierzchnia betonowa z odkrytym kruszywem w górnej warstwie	Cement portlandzki CEM I 32,5 CEM I 42,5 R lub N	Właściwa ilość wody $\leq 28,0\%$ wg PN-EN 196-3 Wytrzymałość na ściskanie $\leq 29,0$ MPa po 2 dniach wg PN-EN 196-1 Początek wiązania ≥ 120 min wg PN-EN 196-3 Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2	KR5÷KR7	CEM I 42,5R
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/A-S	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2		CEM II/A-S 52,5N
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,90\%$ wg PN-EN 196-2		CEM II/B-S 32,5R CEM II/B-S 42,5N
Nawierzchnia betonowa do wczesnego obciążenia ruchem	Cement portlandzki CEM I 32,5 CEM I 42,5 CEM I 52,5 R lub N	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR7	CEM I 42,5R CEM I 52,5R
Typowa nawierzchnia betonowa: -dolne warstwy nawierzchni; -nawierzchnie 2-warstwowe z tej samej mieszanki; -nawierzchnie 1-warstwowe	Cement portlandzki CEM I 32,5	Właściwa ilość wody $\leq 28,0\%$ wg PN-EN 196-3 Wytrzymałość na ściskanie $\leq 29,0$ MPa po 2 dniach wg PN-EN 196-1 Początek wiązania ≥ 120 min wg PN-EN 196-3 Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2 Stopień zmielenia ≤ 3500 cm^2/g wg PN-EN196-6	KR1÷KR7	-
	Cement portlandzki CEM I 42,5		KR1÷KR7	CEM I 42,5R
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/A-S	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2		CEM II/A-S 52,5N
	Cement portlandzki wapienny CEM II/A-LL		KR1÷KR3	-
	Cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V ¹⁾	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR3	-
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,90\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR7	CEM II/B-S 32,5R CEM II/B-S 42,5N

Typowa nawierzchnia betonowa: -dolne warstwy nawierzchni; -nawierzchnie 2-warstwowe z tej samej mieszanki; -nawierzchnie 1-warstwowe	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V) ¹⁾	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR3	-
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL)	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR4	-
	Cement hutniczy CEM III/A ²⁾	Zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,05\%$ wg PN-EN 196-2	KR1÷KR4	CEM III/A 42,5N-LH/HSR/NA

1) jeśli nawierzchnia nie będzie poddawana działaniu środków odładzających; strata prażenia popiołu lotnego użytego do produkcji cementu nie więcej niż 5% (kategoria A wg PN-EN 450-1)

2) min. klasa wytrzymałości cementu 42,5

Stosowanie cementu niskoalkalicznego NA, jest uzasadnione tylko w przypadkach, gdy dla używanych kruszyw faktycznie stwierdzono potencjalną reaktywność alkaliczną.

Tabela 3. Czas wykonywania badań w zależności od zastosowanego cementu wg OST

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

KRUSZYWO

Dotychczasowe dokumenty dopuszczały w inżynierii komunikacyjnej betony wykonane tylko na kruszywie bazaltowym lub granitowym. Według zapisów nowych OST o możliwości stosowania danego kruszywa decydują jego właściwości. Wymagania dotyczące kruszyw w betonie konstrukcyjnym i nawierzchniowym przedstawiono, przez przywołanie odpowiedniej kategorii zgodnej z normą PN-EN 12620 „Kruszywa do betonu”, w tabelach 4÷6.

Do betonu nawierzchniowego powinno być stosowane kruszywo o wymiarach o $D/d \geq 1,4$ i uziarnieniu:

- $D \leq 31,5$ mm, dla nawierzchni 1- i 2-warstwowych z tej samej mieszanki,
- 0-2 mm, 2-8 mm, dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem,
- $D \leq 31,5$ mm, dla dolnej warstwy nawierzchni.

Stos okruszowy kruszywa do betonu nawierzchniowego powinien składać się z min. 3 frakcji. Do betonu konstrukcyjnego powinny być stosowane kruszywa o maksymalnym wymiarze ziarna $D \leq 31,5$ mm.

Tabela 4. Wymagania dla kruszyw do betonu konstrukcyjnego wg OST

Właściwości kruszywa	Kruszywo grube $D \leq 31,5$ mm	Kruszywo drobne $D \leq 4$ mm
Uziarnienie wg PN-EN 933-1	W zależności od wymiaru kruszywa, kategoria nie niższa: - G_c 85/20 dla $D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2$ mm - G_c 90/15 dla $D/d > 2$ lub $D > 11,2$ mm	G_F 85
Tolerancja uziarnienia	W zależności od wymiaru kruszywa, kategorie: - G_T 15 dla $D/d < 4$ - G_T 17,5 dla $D/d \geq 4$	wg PN-EN 12620 zgodnie z tablicą C.1
Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1	Kategoria nie wyższa niż $f_{1,5}$	Kategoria nie wyższa niż f_3
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4	Kategoria nie wyższa niż Fl_{20} lub Sl_{20}	-
Zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym [%] wg PN-EN 933-5	Kategoria nie niższa niż $C_{100/0}$	-
Mrozoodporność w 1 % NaCl, badana na kruszywie 8/16, wg PN-EN 1367-6, Odporność na rozdrabnianie, badana na kruszywie 10/14, wg PN-EN 1097-2	$\leq 6\%$ $\leq 2\%$	$\leq LA_{25}$ $\leq LA_{40}$
„Zgorzel słoneczna” bazaltu badana na kruszywie 10/14, wg PN-EN 1367-3	Kategoria SB_{LA}	-
Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6	Deklarowana przez producenta	
Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta	
Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6	WA_{24} deklарowana przez producenta	-
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta	
Reaktywność alkaliczno – krzemionkowa wg PN-B-06714-46	Stopień potencjalnej reaktywności 0 ¹⁾	
Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie wg PN-EN 1744-1	Nie wyższa niż kategoria $AS_{0,2}$	
Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1	$\leq 1\%$	
Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1	$\leq 0,02\%$	-
Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1774-1	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,5\%$
Zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1	Barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa	

1) w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.

Tabela 5. Właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych wg OST

Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu				
	JWN ¹⁾ KR1 ÷ KR2	DWN ²⁾ KR3 ÷ KR4	GWN ³⁾ JWN KR3 ÷ KR4	DWN KR5 ÷ KR7	GWN z odkrytym kruszywem KR 5 ÷ KR7
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta				
Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6	Deklarowana przez producenta				
Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta				
Uziarnienie wg PN-EN 933-1	Kategoria nie niższa niż: - G_c 90/15 dla $D > 4$ i $d \geq 1$ - G_c 85/20 dla $D \leq 4$ i $d \geq 1$				
Tolerancje uziarnienia na sitach pośrednich	Kategoria nie niższa niż: - $G_{20/15}$ dla $D/d < 4$; $D/1,4$ - $G_{20/17,5}$ dla $D/d \geq 4$; $D/2$				
Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1	Kategoria nie wyższa niż $f_{1,5}$				
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4	$\leq SI_{30}$ lub FI_{30}	$\leq SI_{20}$ lub FI_{20}			$\leq SI_{10}$ lub FI_{15}
Zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej [%] wg PN-EN 933-5	Brak wymagań	$\geq C_{50/10}$	$\geq C_{90/1}$	$\geq C_{100/0}$	
Odporność kruszywa na rozdrabnianie, badania na kruszywie 10/14 wg PN-EN 1097-2	$\leq LA_{40}$	$\leq LA_{35}^{4)}$			$\leq LA_{25}^{4)}$
Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	PSV deklarowana (nie mniej niż 48)	-	PSV ₅₀	-	PSV deklarowana (nie mniej niż 53)
Mrozoodporność, badania na kruszywie 8/16 wg PN-EN 1367-1	$\leq F_2$	$\leq F_1$	-	$\leq F_1$	-
Mrozoodporność w 1% NaCl badania na kruszywie 8/16 wg PN-EN 1367-6	-	-	$\leq 6\%$	-	$\leq 6\%$
„Zgorzel słoneczna” bazaltu, badania na kruszywie 10/14 wg PN-EN 1367-3	Kategoria: SB_{SZ} (SB_{LA})				
Reaktywność alkaliczno-krzemionkowa wg PN-B-06714-46	Stopień potencjalnej reaktywności „0” ⁵⁾				
Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1	$\leq 0,1\%$				
Zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej				
Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1	$\leq 1\%$				

1) JWN – nawierzchnia jednowarstwowa

2) DWN – dolna warstwa nawierzchni

3) GWN – górna warstwa nawierzchni

4) dopuszcza się zastosowanie kruszyw o kategorii odporności na rozdrabnianie LA_{40} , tylko w przypadku, gdy ubytek masy kruszywa w badaniu mrozoodporności w 1% NaCl przeprowadzonego na frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-6 jest $\leq F_{NaCl}$ 2% oraz są spełnione pozostałe wymagania określone w tabelicy 5.

5) w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.

Tabela 6. Właściwości i kategorie kruszywa drobnego do betonowych nawierzchni drogowych wg OST

Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu				
	JWN ¹⁾ KR1 ÷ KR2	DWN ²⁾ KR3 ÷ KR4	GWN ³⁾ JWN KR3 ÷ KR4	DWN KR5 ÷ KR7	GWN z odkrytym kruszywem KR 5 ÷ KR7
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta				
Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6	Deklarowana przez producenta				
Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta				
Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _f 85				
Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1;	Kategoria nie wyższa niż f ₃				
Reaktywność alkaliczno-krzemionkowa wg PN-B-06714-46	Stopień potencjalnej reaktywności „0” ⁴⁾				
Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1	≤ 0,5%				
Zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej				
Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1	≤ 1%				

1) JWN – nawierzchnia jednowarstwowa
2) DWN – dolna warstwa nawierzchni
3) GWN – górna warstwa nawierzchni
4) w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.

WODA

Nowe OST wymagają stosowania wody zgodnej z normą PN-EN 1008. Do stosowania w betonie konstrukcyjnym i nawierzchniowym nie dopuszcza się stosowania wody z recyklingu.

DODATKI DO BETONU

Dodatki do betonu typu I lub typu II wg PN-EN 206:2014 mogą być stosowane tylko do betonu nawierzchniowego w kategoriach ruchu KR1 ÷ KR2. Zgodnie z wytycznymi OST niedopuszczalne jest uwzględnianie dodatków w zawartości cementu i współczynnika w/c. Do betonu konstrukcyjnego, w myśl OST, dopuszcza się stosowanie pyłu krzemionkowego spełniającego wymagania normy PN-EN 13263-1 jako dodatku do betonu, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 206:2014.

DOMIESZKI DO BETONU

Domieszki stosowane do betonu konstrukcyjnego i nawierzchniowego muszą spełniać wymagania norm PN-EN 934-1 i PN-EN 934-2. Ogólną przydatność i kompatybilność (w przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki domieszek) należy sprawdzić w badaniach wstępnych.

W składzie betonu nawierzchniowego mogą być stosowane następujące rodzaje domieszek:

- uplastyczniające,
- upłynniające,
- opóźniające,
- napowietrzające,

przy czym, równocześnie można stosować nie więcej niż 3 rodzaje domieszek i tylko jedną domieszkę z danego rodzaju.

W betonie konstrukcyjnym dopuszcza się stosowanie domieszek poprawiających właściwości betonu lub pozwalających uzyskać właściwości specjalne mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu. Ponadto, do betonu specyfikowanego w klasach ekspozycji XF2 ÷ XF4 zaleca się stosowanie domieszki napowietrzającej.