

Jan Deja<sup>1</sup>

Piotr Kijowski<sup>2</sup>

**NOWE OGÓLNE SPECYFIKACJE TECHNICZNE DOTYCZĄCE BETONU W  
INŻYNIERII KOMUNIKACYJNEJ**

**Wstęp**

Realizacja programu budowy dróg i autostrad wymaga stosowania nowoczesnych dokumentów technicznych jakimi są Ogólne Specyfikacje Techniczne. W 2012 roku Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad powołała 11 Zespołów, których celem było opracowanie nowoczesnych Specyfikacji Technicznych dla budownictwa komunikacyjnego. Jednym z Zespołów był Zespół ds. Betonu i Nawierzchni Betonowych, który opracował Ogólne Specyfikacje Techniczne zgodne z aktualnym stanem wiedzy i aktualnymi normami. W pracach Zespołu uczestniczyli przedstawiciele wielu organizacji branżowych i instytucji: Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (obecnie Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju), Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, Stowarzyszenia Producentów Cementu, Stowarzyszenia Producentów Betonu Towarowego, Stowarzyszenia Producentów Chemii Budowlanej, Stowarzyszenia Producentów Betonów, Polskiego Związku Producentów Kruszyw, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych i Instytutu TPA. Prace Zespołu zostały zakończone w połowie 2014 roku,

---

<sup>1</sup>prof. dr hab. inż., Akademia Górniczo-Hutnicza, deja@agh.edu.pl, Stowarzyszenie Producentów Cementu

<sup>2</sup> mgr inż., piotr.kijowski(at)polskicement.pl, Stowarzyszenie Producentów Cementu

a opracowane Specyfikacje Techniczne zostały wprowadzone przez GDDKiA jako wzorcowe do stosowania w nowych inwestycjach komunikacyjnych [1].

W referacie zostaną przedstawione wymagania dla betonu konstrukcyjnego i betonu stosowanego w budowie nawierzchni drogowych.

### **Nowe OST dla betonu w budownictwie komunikacyjnym**

Poprzednie OST były stworzone w oparciu o Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000 roku w dużej części oparte na zapisach z roku 1992. Rozporządzenie to znacznie ograniczało możliwości technologiczne, zwłaszcza dla betonu stosowanego w obiektach mostowych. W praktyce, zgodnie z Rozporządzeniem, można było stosować tylko jeden rodzaj cementu CEM I 52,5 w ilości 400, a nawet 500kg na 1 m<sup>3</sup> betonu. Taka ilość cementu o dużym cieple twardnienia prowadziła do powstawania mikropęknięć wywołanych naprężeniami termicznymi. W konsekwencji powodowało to zmniejszenie mrozoodporności betonu w konstrukcji.

Badania konstrukcji mostowych prowadzone przez prof. Kazimierza Flagę [2] i prof. Józefa Jasiczaka [3] wykazały znaczny wzrost masy badanych próbek betonu w trakcie badań mrozoodporności, co było związane z wnikaniem wody w mikropęknięcia [4].

Choćby tylko ten przykład problemów technologicznych wskazywał na konieczność zmian w Ogólnych Specyfikacjach Technicznych.

### **Beton konstrukcyjny**

W porównaniu do poprzednich wymagań dla betonu konstrukcyjnego związanych z normą PN-B 06250 „Beton zwykły”, wprowadzono wymagania wynikające ze stosowania normy europejskiej PN-EN 206-1 „Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” dla betonu takie jak: klasa wytrzymałości na ściskanie i klasy ekspozycji związane z czynnikami agresywnymi oddziałującymi na beton.

W przypadku konstrukcji narażonych na cykliczne zamrażanie/rozmarzanie wprowadzono wymagania zaczerpnięte z normy PN-B 06250 określające stopień mrozoodporności w połączeniu z klasami ekspozycji:

F100 w klasie ekspozycji XF1,

F150 w klasie ekspozycji XF2 i XF3,

F200 w klasie ekspozycji XF4.

Elementy konstrukcyjne narażone na agresję chemiczną powinny wykazywać odporność na penetrację wody pod ciśnieniem według normy PN-EN 12390-8 Badania betonu: śc penetracji wody pod ciśnieniem:

do 60mm w klasie ekspozycji XA1,

do 50mm w klasie ekspozycji XA2,

do 40mm w klasie ekspozycji XA3.

Również w przypadku agresji chlorkowej dla klas ekspozycji XD3 i XS3 ograniczono penetrację wody do śc 40mm.

### **Wymagania dla cementu**

Cement stosowany do wykonywania elementów konstrukcji obiektów drogowych powinien spełniać wymagania europejskiej normy dla cementu PN-EN 197-1 z uwzględnieniem ograniczenia zawartości alkaliów:

- cement portlandzki CEM I o całkowitej zawartości alkaliów  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  do 0,8 %,
- cement portlandzki żuźlowy CEM II/A-S o całkowitej zawartości alkaliów  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  do 0,8%,
- cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S o całkowitej zawartości alkaliów  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  według do 0,9% .

Do wykonania masywnych elementów konstrukcyjnych zaleca się stosowanie cementów o niskim ciepłe hydratacji (LH), a także dopuszcza się stosowanie cementów hutniczych CEM III/A.

Dodatkowo, zaleca się stosowanie cementów CEM I w elementach sprężonych i cementów odpornych na siarczaną SR (norma EN-PN 197-1) lub HSR (norma PN-B 19707) w przypadku zagrożenia agresją siarczanową.

### **Wymagania dla kruszyw**

Kruszywa stosowane do wykonywania elementów konstrukcji obiektów drogowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 12620 Kruszywa do betonu.

W Tabeli 1 przedstawiono szczegółowe wymagania dla kruszyw.

Tabela 1. Wymagania dla kruszyw

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania	
1	Uziarnienie według PN-EN 933-1 [7] w zależności od wymiaru kruszywa, kategoria nie niższa niż:		
	$D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2$ mm	$G_C$ 85/20	
	$D/d > 2$ i $D > 11,2$ mm	$G_C$ 90/15	
2	Tolerancja uziarnienia w zależności od wymiaru kruszywa, kategorie:		
	$D/d < 4$	$G_T$ 15	
	$D/d \geq 4$	$G_T$ 17,5	
3	Zawartość pyłów według PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$	
4	Kształt kruszywa grubego według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż:	$FI_{20}$ lub $SI_{20}$	
5	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5; kategoria nie niższa:	$C_{100/0}$	
6	Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 w 1 % NaCl, badana na kruszywie o wymiarze 8/16; wartość nie wyższa niż w %:	6	$LA_{25}$
	oraz odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2 badana na kruszywie o wymiarze 10/14, rozdz.5; kategoria nie wyższa niż:	2	$LA_{40}$
7	„Zgorzel słoneczna” bazaltu według PN-EN 1367-3; badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria:	$SB_{LA}$	
8	Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7,8 lub 9:	deklarowana przez producenta	
9	Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3	deklarowana przez producenta	
10	Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7,8 lub 9:	$WA_{24}$ deklarowana przez producenta	
11	Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3:	deklarowany przez producenta	
12	Reaktywność alkaliczno - krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46:	stopień potencjalnej reaktywności 0 <sup>1)</sup>	
13	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1, rozdz.12, nie wyższa niż kategoria:	$AS_{0,2}$	
14	Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1; rozdz.11, wartość nie wyższa niż w %:	1	
15	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie według PN-EN 1744-1, rozdz.7; wartość nie wyższa niż w %:	0,02	
16	Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1774-1 p. 14.2; wartość nie wyższa niż w %:	0,1	
17	Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1, p.15.1:	barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa	

<sup>1)</sup> 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 %.

OST zawierają również wymagania dla drobnych kruszyw o uziarnieniu do 4mm. Wymagania te zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Wymagania dla kruszyw o uziarnieniu do 4mm

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie według PN-EN 933-1; wymagana kategoria:	G <sub>F</sub> 85
2	Zawartość pyłów według PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	f <sub>3</sub>
3	Tolerancje deklarowanego typowego uziarnienia kruszywa drobnego	zgodnie z tablicą C.1 w normie PN-EN 12620
4	Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7,8 lub 9	deklarowana przez producenta
5	Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3	deklarowana przez producenta
6	Reaktywność alkaliczno - krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46:	stopień potencjalnej reaktywności 0 <sup>1)</sup>
7	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1 [20], rozdz.12; nie wyższa niż kategoria:	AS <sub>0,2</sub>
8	Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1, rozdz.11; wartość nie wyższa niż w %:	1
9	Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1774-1, p.14.2; wartość nie wyższa niż w %:	0,5
10	Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1, p.15.1:	barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa

<sup>1)</sup> 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 %.

Wymagania zawarte w OST dotyczą również jakości wody, która powinna spełniać kryteria określone w normie PN-EN 1008 Woda do zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu z wyłączeniem wody pochodzącej z recyklingu. Ponadto, w OST wprowadzono zalecenia dla domieszek chemicznych, które powinny być zgodne z

wymaganiami norm: PN-EN 934-1 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Wymagania podstawowe i PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu - Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.

### **Wymagania dla mieszanki betonowej i betonu**

Skład mieszanki betonowej i jej właściwości powinny odpowiadać normie PN-EN 206-1 „Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.

Dodatkowo został określony maksymalny wskaźnik wodno-cementowy dla klasy wytrzymałości betonu C30/37 i wyższych o wartości 0,45 i 0,50 dla klasy betonu C25/30.

W przypadku zagrożenia agresją chlorkową wprowadzono dodatkowe zalecenia: minimalna zawartość cementu 380kg/m<sup>3</sup> i maksymalny wskaźnik wodno-cementowy 0,40.

Ograniczono maksymalną zawartość cementu w 1m<sup>3</sup> do 400kg dla klasy betonu C25/30 i 450kg dla klas betonów C30/37 i wyższych. Możliwe jest przekroczenie powyższych zawartości cementu o 10% w uzasadnionych przypadkach.

W celu uzyskania wysokiej trwałości elementów konstrukcyjnych narażonych na cykliczne zamrażanie/rozmarzanie OST przewidują napowietrzenie mieszanki betonowej z uwzględnieniem wielkości uziarnienia kruszywa, co przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Zawartość powietrza w mieszankach betonowych

Wymiar kruszywa D [mm]	Etap wykonywania badań		Tolerancja pomiarowa [%]
	Projektowanie składu mieszanki betonowej [%]	Zatwierdzenie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót [%]	
16,0	4,5 ÷ 6,0	4,5 ÷ 6,5	- 0,5
22,4	4,0 ÷ 5,5	4,0 ÷ 6,0	+1,0
31,5	4,0 ÷ 5,5	4,0 ÷ 6,0	

W celu zapewnienia szczelności stosu okruszowego w OST wprowadzono graniczne krzywe uziarnienia dla maksymalnego uziarnienia do 16; 22,4 i 31,5mm co przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Zalecane graniczne krzywe uziarnienie kruszywa do betonu

Sito # [mm]	Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez sito, [%]	Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez sito, [%]	Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez sito, [%]
	wymiar kruszywa $D \leq 16,0$ mm	wymiar kruszywa $D \leq 22,4$ mm	wymiar kruszywa $D \leq 31,5$ mm
0,25	3÷8	2÷9	2÷8
0,50	7÷20	5÷17	5÷18
1,0	12÷32	9÷26	8÷28
2,0	21÷42	16÷38	14÷37
4,0	36÷56	28÷51	23÷47
8,0	60÷76	45÷67	38÷62
16,0	100	73÷91	62÷80
22,4	-	100	76÷92
31,5	-	-	100

### Nawierzchnie betonowe

Wymagania zawarte w Ogólnych Specyfikacjach Technicznych mają zastosowanie dla wszystkich kategorii ruchu: od kategorii ruchu lekkiego KR1 do nowej kategorii dla ruchu bardzo ciężkiego KR7.

### Wymagania dla cementu

Wszystkie cementy stosowane do budowy betonowych nawierzchni drogowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 197-1

Zastosowanie odpowiedniego rodzaju cementu do kategorii ruchu i rodzaju nawierzchni przedstawiono w Tabeli 5.

Tabela 5. Dobór cementu do betonowych nawierzchni drogowych

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
Nawierzchnia betonowa z odkrytym kruszywem w górnej warstwie	cement portlandzki CEM I: 32,5 R lub N 42,5 R lub N	-właściwa ilość wody wg PN-EN 196-3 $\leq 28,0\%$  -wytrzymałość po 2 dniach wg PN-EN 196-1 $\leq 29,0$ MPa  -początek wiązania wg PN-EN 196-3 $\geq 120$ minut  -zawartość alkaliów Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub> wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$	KR5÷KR7
	Cement portlandzki żużłowy CEM II/A-S	-zawartość alkaliów Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub> wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$	
	cement portlandzki żużłowy CEM II/B-S	-zawartość alkaliów Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub> wg PN-EN 196-2 $\leq 0,90$	
Nawierzchnia betonowa do wczesnego obciążenia ruchem	cement portlandzki CEM I: 32,5 R lub N 42,5 R lub N 52,5 R lub N	-zawartość alkaliów Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub> wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$	KR1÷KR7



Tabela 5. Dobór cementu do betonowych nawierzchni drogowych – cd.

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
Typowa nawierzchnia betonowa: -dolne warstwy nawierzchni; -nawierzchnie dwuwarstwowe z tej samej mieszanki; -nawierzchnie jednowarstwowe	cement portlandzki CEM I 32,5	-właściwa ilość wody wg PN-EN 196-3 $\leq 28,0\%$  -wytrzymałość po 2 dniach wg PN-EN 196-1, $\leq 29,0$ MPa  -stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 $\leq 3500\text{cm}^2/\text{g}$  -początek wiązania wg PN-EN 196-3, $\geq 120$ minut  -zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 0,80$	KR1 ÷ KR7
	cement portlandzki CEM I 42,5		KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki żuźłowy CEM II/A-S	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 0,80$	KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki wapienny CEM II/A-LL		KR1 ÷ KR3
	Cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V <sup>1</sup>	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 1,20$	KR1 ÷ KR3
	cement portlandzki żuźłowy CEM II/B-S	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 0,90$	KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V) <sup>1</sup>	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 1,20$	KR1 ÷ KR3
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL)	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 0,80$	KR1 ÷ KR4
	cement hutniczy CEM III/A <sup>2</sup>	-zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2, $\leq 1,05$	KR1 ÷ KR4

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

<sup>2)</sup> min. klasa wytrzymałości cementu 42,5

## Wymagania dla kruszyw

Kruszywa stosowane do wykonywania betonowych nawierzchni drogowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 12620 Kruszywa do betonu.

W zależności od technologii układania i wykańczania nawierzchni w nowych OST wprowadzono ograniczenia w zakresie maksymalnego uziarnienia kruszywa:

- dla nawierzchni jednowarstwowych i dwuwarstwowych z tej samej mieszanki: maksymalne uziarnienie  $D \leq 31,5\text{mm}$
- dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem : 0/2, 2-8 mm
- dla dolnej warstwy nawierzchni : maksymalne uziarnienie  $D \leq 31,5\text{mm}$

W tabeli 6 podano wymagania dla kruszyw.

Tabela 6. Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych

Lp.	Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu				
		Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR3÷KR4	Górna warstwa nawierzchni (GWN), Naw. jedno-warstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni z odkrytym kruszywem (GWN) KR 5÷KR7
1	Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta				
2	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 lub 9	Deklarowany przez producenta				
3	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowany przez producenta				
4	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: gdzie: $D > 4$ , $d \geq 1$	GC 90/15				
	j.w. gdzie: $D \leq 4$ , $d \geq 1$	GC 85/20				

Tabela 6. Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych – cd.

Lp.	Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu				
		Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR3÷KR4	Górna warstwa nawierzchni (GWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni z odkrytym kruszywem (GWN) KR 5÷KR7
5	Tolerancje uziarnienia na sitach pośrednich, nie większe niż, wg kategorii. gdzie: $D/d < 4$ ; $D/1,4$	$G_{20/15}$				
	j.w lecz : $D/d \geq 4$ ; $D/2$	$G_{20/17,5}$				
6	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$				
7	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż:	$Sl_{30}$ lub $Fl_{30}$	$Sl_{20}$ lub $Fl_{20}$		$Sl_{10}$ lub $Fl_{15}$	
8	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	brak wymagań	$C_{50/10}$	$C_{90/1}$		$C_{100/0}$
9	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, rozdział 5; badanie na kruszywie 10/14; kategoria nie wyższa niż:	$LA_{40}$	$LA_{35}^1$	$LA_{35}^1$	$LA_{35}^1$	$LA_{25}^1$
10	Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	PSV Deklarowana (nie mniej niż 48)	-	$PSV_{50}$	-	PSV Deklarowana (nie mniej niż 53)

Tabela 6. Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych – cd.

Lp.	Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu				
		Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR3÷KR4	Górna warstwa nawierzchni (GWN), Naw. jedno-warstw. (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni z odkrytym kruszywem (GWN) KR 5÷KR7
11	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1; badanie na kruszywie 8/16; kategoria nie wyższa niż:	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	-	F <sub>1</sub>	-
12	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 badana w 1 % NaCl, badanie na kruszywie 8/16, wartość nie wyższa niż w %:	-	-	6	-	6
13	„Zgorzel słoneczna” bazaltu wg PN-EN 1367-3; badanie na kruszywie 10/14; kategoria:	SB <sub>Sz</sub> (SB <sub>LA</sub> )				
14	Reaktywność alkaliczno-krzemionkowa wg PN-B-06714-46, stopień potencjalnej reaktywności:	Stopień potencjalnej reaktywności „0” <sup>2</sup>				
15	Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2, wartość nie wyższa niż w %:	0,1				
16	Zawartość substancji organicznych wg 1744-1 p.15	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej				
17	Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1, rozdz. 11; wartość nie wyższa niż w %	1				

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

2) 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 %.

W przypadku betonu do nawierzchni zaproponowano również, identyczne jak w przypadku betonu konstrukcyjnego, wymagania dla wody oraz domieszek chemicznych.

### **Wymagania dla mieszanki betonowej i betonu**

W projektowaniu mieszanek betonowych należy uwzględnić następujące zalecenia:

- zawartość cementu oraz ziaren do 0,25 mm, powinna mieścić się w przedziale 450 -520 kg/m<sup>3</sup>,
- zawartość cementu nie może być mniejsza niż 360 kg/m<sup>3</sup> dla w mieszankach betonowych dla dróg kategorii ruchu tj. KR3÷KR7
- zawartość cementu nie może być mniejsza niż 420 kg/m<sup>3</sup> dla nawierzchni betonowych z odkrytym kruszywem
- maksymalny wskaźnik wodno-cementowy nie może być większy niż 0,45

Wprowadzono możliwość zalecenia dotyczące składu granulometrycznego kruszyw, które przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Zalecane graniczne uziarnienie mieszanki kruszyw

Sito #, [mm]	Przechodzi przez sito, [%]			
	kruszywo 0 ÷ 8 mm	Kruszywo 0 ÷ 16 mm	kruszywo 0 ÷ 22 mm	kruszywo 0 ÷ 31,5 mm
0,25	5-11	3-8	2-8	2-8
0,5	14-26	7-20	6-19	5-18
1,0	21-42	12-32	10-30	8-28
2,0	36-57	21-42	18-40	14-37
4,0	61-74	36-56	30-52	23-47
8,0	100	60-76	48-69	38-62
16,0	-	100	60-76	62-80
22,4	-	-	100	
31,5	-	-	-	100

Ważnym wymaganiem, związanym z mrozoodpornością betonu, które zostało zawarte w OST jest zawartość powietrza w mieszance betonowej (Tabela 8).

Tabela 8. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Maksymalny wymiar kruszywa D [mm]	Etap wykonywania badań		Tolerancja pomiarowa [%]
	Projektowanie składu mieszanki betonowej [%]	Zatwierdzenie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót [%]	
8,0	5,0 ÷ 6,5	5,0 ÷ 7,0	- 0,5
16,0; 22,4	4,5 ÷ 6,0	4,5 ÷ 6,5	+1,0
31,5	4,0 ÷ 5,5	5,0 ÷ 6,5	

### Struktura napowietrzenia

Nowym kryterium oceny jakości betonu wprowadzonym do OST dla nawierzchni betonowych jest charakterystyka napowietrzenia betonu, co przedstawiono w Tabeli 9.

Tabela 9. Wymagania dla betonu nawierzchniowego

Właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm ( $A_{300}$ ), % - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie $\bar{L}$ , mm dla betonów w klasie ekspozycji XF3 dla betonów w klasie ekspozycji XF4	$\geq 1,5$  $\leq 0,250$ $\leq 0,200$	PN-EN 480-11

## **Podsumowanie**

Zasadniczym celem opracowania OST było stworzenie nowoczesnych dokumentów technicznych zgodnych ze stanem wiedzy i zgodnych z doświadczeniami budowlanymi, aby zapewnić nowym inwestycjom komunikacyjnym wysoką jakość i trwałość konstrukcji betonowych. Nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne dla betonu konstrukcyjnego i nawierzchni betonowych uwzględniają wyniki badań laboratoryjnych oraz doświadczeń przemysłowych prowadzonych przez ośrodki naukowe i laboratoria przemysłowe. Większość wymagań zawartych w OST jest zgodnych z wymaganiami obowiązującymi w innych krajach europejskich jak np. w Niemczech i Austrii.

## **Literatura**

- [1] <http://www.gddkia.gov.pl/pl/1995/Wzorcowe-Warunki-Kontraktowe-WWK-dla-systemu-Projektuj-i-buduj>
- [2] Flaga K., O mrozoodporności betonów mostowych, Inżynieria i Budownictwo nr 7-8/2013,
- [3] Jasiczak J., Ślosarczyk A., Cases of Concrete's Freeze Resistance Lack in New Viaducts, CCC 2013 Concrete Structures in Urban Areas, pp. 386-389, Wrocław, 2013
- [4] Czarnecki L., Deja J., Flaga K., Jasiczak J., Kurdowski W., Małolepszy J., Radomski W., Śliwiński J., Mrozoodporność betonu w konstrukcjach mostowych, Budownictwo, Technologie, Architektura nr 1/2015