

dr inż. Maciej Batog^{1*)}
mgr inż. Mariusz Saferna²⁾
prof. dr hab. inż. Zbigniew Giergiczyński³⁾

Realizacja drogi betonowej DW 423 zgodnie z nowymi OST GDDKiA

Construction of concrete road DW 423 according to new GTS GDDKiA

DOI: 10.15199/33.2019.04.07

Streszczenie. W artykule przedstawiono proces realizacji obwodnicy Malni i Choruli (woj. opolskie), w ciągu drogi wojewódzkiej DW 423, wykonanej w technologii betonowej. Drogi z nawierzchnią wykonaną z betonu cementowego charakteryzują się większą trwałością oraz niższymi kosztami eksploatacji w cyklu życia niż drogi asfaltowe, a także są bardziej bezpieczne. Warto podkreślić, że wymagania zawarte w szczegółowej specyfikacji technicznej drogi wojewódzkiej DW 423, dotyczące składników mieszanki betonowej i betonu, stanowią doskonały przykład praktycznego zastosowania nowych zapisów Ogólnej Specyfikacji Technicznej GDDKiA *Nawierzchnia z betonu cementowego*.

Słowa kluczowe: beton; cement; drogi betonowe; specyfikacje.

Abstract. In this article paper construction process of the Malnia and Chorula (opolskie voivodship) bypass road in concrete technology within the regional route DW 423 is presented. Roads with a surface made of cement concrete are characterized by high durability, greater safety and lower life cycle costs. It must be pointed out that the requirements contained in the detailed technical specification intended for the construction of the regional road DW 423 concerning the components, concrete mix and concrete are a perfect example of the practical application of the new provisions of the General Technical Specification of GDDKiA *Surface of cement concrete* in practice.

Keywords: concrete; cement; concrete roads; specification.

Zalety dróg z nawierzchnią betonową są powszechnie znane. Zalicza się do nich: większą trwałość; brak zjawiska koleinowania; większe bezpieczeństwo (jaśniejszy kolor nawierzchni); niższy koszt eksploatacji, możliwość wykonania z dostępnych lokalnych surowców, niższy poziom hałasu (nawierzchnie z eksponowanym kruszywem) oraz możliwość pełnego recyklingu w porównaniu z nawierzchniami asfaltowymi.

7 czerwca 2018 r., zarządzeniem nr 23 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad, wprowadzono do stosowania **nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne D – 05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego (OST)** [2], którego zapisy odzwierciedlają obecny stan wiedzy.

Charakterystyka obwodnicy Malni i Choruli

Obwodnica Malni i Choruli wchodzi w skład drogi wojewódzkiej nr 423, która stanowi ważny szlak komunikacyjny w województwie opolskim, łączący dwie największe miejscowości Opolsz-

czynny, stolicę regionu Opole z Kędzierzynem-Koźlem.

Przedsięwzięcie pozwoli na znaczne zmniejszenie natężenia ruchu pojazdów poruszających się obecnie przez miejscowości Malnia i Chorula. Odciążenie terenów zabudowanych od ruchu kołowego (szczególnie ciężkiego) w znacznym stopniu wpłynie na usprawnienie komunikacji drogowej regionu, płynność ruchu, bezpieczeństwo użytkowników i mieszkańców oraz komfort jazdy.

Obwodnica Malni i Choruli jest drogą klasy G1/2 o długości 6,06 km [1]. Inwestor, którym jest Zarząd Dróg Wojewódzkich w Opolu, zdecydował się na wykonanie nawierzchni drogi w technologii betonowej dwuwarstwowej z odkrytym kruszywem w warstwie górnej i układanej metodą „mokre na mokre” [5]. Warstwa dolna ma grubość 22 cm, zaś warstwa górna 5 cm. Drogę zaprojektowano na kategorię ruchu KR5.

Wymagania OST dotyczące betonu nawierzchniowego i jego składników

Dobór cementu. Zgodnie z OST [2], przy doborze cementu do betonu na nawierzchnie drogowe należy uwzględnić

warunki środowiskowe (klasy ekspozycji i kategorie środowiskowe), w jakich nawierzchnia będzie użytkowana. Wymagania dotyczące cementu, jako składnika betonu nawierzchniowego, uzależnione są od rodzaju nawierzchni (jednowarstwowa, dwuwarstwowa, dwuwarstwowa z eksponowanym kruszywem w warstwie górnej) oraz założonej kategorii ruchu (KR1 ÷ KR7). Szczegółowe wymagania dotyczące właściwości cementu na betonowe nawierzchnie drogowe w przypadku kategorii ruchu KR5 ÷ KR7 przedstawiono w tabeli 1. Przy kategorii ruchu KR1 ÷ KR4 OST [2] paleta cementów możliwych do zastosowania jest znacznie większa.

Nowa specyfikacja dotycząca nawierzchni betonowych podaje zasady stosowania cementów o właściwościach specjalnych, tj.:

- cementów niskoalkalicznych NA wg normy PN-B-19707 [5], które należy stosować, jeżeli wyniki badania reaktywności kruszywa będą niejednoznaczne (wyniki na górnej granicy kategorii R0 – kruszywo niereaktywne lub w kategorii R1 – kruszywo umiarkowanie reaktywne);

- cementów odpornych na siarczany SR wg normy PN-EN 197-1 [6] lub HSR wg normy PN-B 19707 [5], które

¹⁾ Górażdże Cement S.A.

²⁾ Górażdże Beton Sp. z o.o.

³⁾ Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa

^{*} Adres do korespondencji: maciej.batog@gorazdze.pl

Tabela 1. Wymagania OST [2] dotyczące rodzaju cementu do betonu nawierzchniowego w kategoriach ruchu KR5 ÷ KR7 i kategorii środowiska E3

Table 1. Requirements for cement type in GTS [2] for concrete road surface in traffic category KR5 ÷ KR7 and environmental category E3

Rodzaj nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania specjalne	Kategoria ruchu
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z różnych mieszanek, a górna warstwa z kruszywem odkrytym.	cement portlandzki: – CEM I 32,5 N – CEM I 32,5 R	początek wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 min; stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 ≤ 3500 cm ² /g; zawartość alkaliów wg PN-EN 196-2 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	KR5 ÷ KR7
	cement portlandzki: – CEM I 42,5 N – CEM I 42,5 R	początek wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 90 min; stopień zmielenia wg PN-EN 196-6: ≤ 3800 cm ² /g; zawartość alkaliów wg PN-EN 196-2 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.	cement portlandzki żużłowy CEM II/A-S	początek wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 min; zawartość alkaliów wg PN-EN 196-2 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
Nawierzchnia jednowarstwowa	cement portlandzki żużłowy CEM II/B-S		

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

należy stosować, jeżeli w trakcie użytkowania nawierzchni betonowej może zaistnieć ryzyko wystąpienia agresji siarczanowej – klasy ekspozycji XA2 i XA3 wg PN-EN 206+A1:2016 [3].

Dobór kruszywa. W przypadku betonu nawierzchniowego wg nowych OST [2], maksymalny wymiar ziaren kruszywa nie powinien przekraczać 1/4 grubości warstwy nawierzchni. W przypadku nawierzchni betonowych dylatowanych zbrojonych i nawierzchni o zbrojeniu ciągłym, maksymalny wymiar kruszywa nie powinien przekraczać 1/3 długości przestrzeni pomiędzy podłużnymi prętami zbrojeniowymi.

Nowe wydanie OST [2] kładzie nacisk na kwestie związane z reaktywnością alkaliczną przez zdefiniowanie czterech kategorii kruszywa: R0 – niereaktywne, R1 – umiarkowanie reaktywne, R2 – silnie reaktywne oraz R3 – bardzo silnie reaktywne. Do stosowania w betonie nawierzchniowym dopuszczone jest kruszywo niereaktywne (kategoria R0) lub umiarkowanie reaktywne alkalicznie (kategoria R1). W myśl zapisów nowych OST kruszywo niereaktywne (kategoria R0) może być stosowane bez ograniczeń, natomiast kruszywo umiarkowanie reaktywne (kategoria R1) pod warunkiem zastosowania środków zapobiegawczych, tj.:

- ograniczenia całkowitej zawartości alkaliów ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$) w mieszance betonowej do 2,4 lub 1,8 kg/m³ przez zastosowanie cementów niskoalkalicznych NA – CEM I NA, CEM II/A, B NA lub CEM III/A NA;

- użycia odpowiedniej ilości dodatków typu II w składzie mieszanki betonowej;

- jednoczesnego stosowania cementów o małej zawartości alkaliów aktywnych NA i dodatków typu II.

Wymagania dotyczące składu betonu nawierzchniowego. OST zawierają następujące ograniczenia dotyczące doboru składników betonu pod względem jakości i ilości:

- zawartość cementu w betonie na nawierzchni w kategorii ruchu KR5 ÷ KR7 nie powinna być mniejsza niż 360 kg/m³;

- zawartość cementu w betonie w górnej warstwie nawierzchni z odkrytym kruszywem nie powinna być mniejsza niż 420 kg/m³;

- sumaryczna zawartość cementu i ziaren kruszywa frakcji do 0,25 mm powinna wynosić 450 ÷ 520 kg/m³;

- stosunek woda/cement (w/c) nie może przekroczyć 0,45;

- niedopuszczalne jest doliczanie dodatków typu II do zawartości cementu i stosunku woda/cement z wyjątkiem kategorii ruchu KR1 ÷ KR4, gdzie dopuszcza się stosowanie dodatków typu II wg zasad zawartych w normie PN-EN 206+A1:2016 [3];

- domieszki do betonu muszą spełniać wymagania normy PN-EN 934-1 [7] i PN-EN 934-2 [8], być kompatybilne z cementem, a w przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki – kompatybilne z sobą;

- nie dopuszcza się stosowania jednocześnie więcej niż trzech rodzajów

domieszek, przy czym powinny one pochodzić od jednego producenta,

- woda stosowana do produkcji i pielęgnacji betonowej nawierzchni drogowej musi spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN 1008 [9], przy czym nie dopuszcza się stosowania wody z recyklingu.

Wymagania dotyczące właściwości mieszanki betonowej. Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu oraz technologicznych warunków układania i zagęszczania. Ogólna specyfikacja techniczna dotycząca nawierzchni z betonu cementowego dopuszcza następujące metody badania i klasy konsystencji mieszanki betonowej:

- S1 ÷ S2 wg PN-EN 12350-2 [10];
- V2 ÷ V4 wg PN-EN 12350-3 [11];
- C1 ÷ C2 wg PN-EN 12350-4 [12].

Wymagania dotyczące zawartości powietrza w mieszance betonowej oznaczanej zgodnie z PN-EN 12350-7 [13], wzorem krajowego uzupełnienia PN-B-06265 [4] do PN-EN 206+A1:2016 [3], uzależniono od maksymalnego wymiaru ziaren kruszywa (tabela 2).

Właściwości betonu nawierzchniowego. Ogólne Specyfikacje Techniczne stawiają wiele wymagań dotyczących betonu nawierzchniowego (tabela 3). Wymagania te odnoszą się zarówno do właściwości fizycznych, mechanicznych, jak i trwałości. Uzależnione są od projektowanej kategorii ruchu (kryteria wytrzymałości) i rodzaju nawierzchni (kryteria mrozoodporności). Kryteria oceny odnoszą się do metody badawczej opisanej w przywołanych normach przedmiotowych (tabela 3).

W ślad za krajowym uzupełnieniem PN-B-06265 [4], do PN-EN 206+A1:2016 [3], **OST wprowadza**, w zależności od

Tabela 2. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Table 2. Required air content in a concrete mix

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa [mm]	Etap wykonywania badań [% objętości]	
	projektowanie składu mieszanki betonowej	zatwierdzenie receptury, próba technologiczna, kontrola jakości robót
8,0	5,0 ÷ 6,5	Wartości z projektowania składu mieszanki (kol. 2) z uwzględnieniem tolerancji pomiarowej: -0,5; +1,0
16,0; 22,4	4,5 ÷ 6,0	
31,5	4,0 ÷ 5,5	

Tabela 3. Wymagania dotyczące betonu nawierzchniowego

Table 3. Requirements for surface concrete

Właściwości betonu nawierzchniowego	Wymagania
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-7 [15]	± 3,0%
Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu ¹⁾ wg PN-EN 206+A1:2016 [3] oznaczana wg PN-EN 12390-3[16] w przypadku: – kategorii ruchu KR1 ÷ KR4 – kategorii ruchu KR5 ÷ KR7	≥ C30/37 ≥ C35/45
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek) oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-5 [17] w przypadku: – kategorii ruchu KR1 ÷ KR4 – kategorii ruchu KR5 ÷ KR7	≥ 4,5 MPa ≥ 5,5 MPa
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych) oznaczana zgodnie z PN-EN 12390-6 [18] w przypadku: – kategorii ruchu KR1 ÷ KR4 – kategorii ruchu KR5 ÷ KR7	≥ 3,0 MPa ≥ 3,5 MPa
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu ¹⁾ wg PN-EN 13877-2 [19] (dla GWN oraz JWN) oznaczana zgodnie z PKN-CEN/TS EN 12390-9[14], nie niższa niż w przypadku: – betonów w klasie ekspozycji XF4 i nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż kruszywo odkryte (tabela 7) – betonów w klasie ekspozycji XF4 i nawierzchni z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach)	FT2 dodatkowe wymagania zawarte w OST [2]
Charakterystyka porów powietrznych w betonie zgodnie z PN-EN 480-11 [20]: – zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A ₃₀₀) – wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie (I)	≥ 1,5% ≤ 0,200 mm
Odporność na wnikanie benzyny i oleju ²⁾ oznaczana wg PN-EN 13877-2 zał. B [19]	≤ 30 mm
Mrozoodporność F150, przy badaniu odporności betonu na działanie mrozu w 28 dniu ¹⁾ (dla DWN i JWN w kategoriach ruchu KR4 ÷ KR7) oznaczana zgodnie z PN-B-06265 [4]: – ubytek masy próbek – spadek wytrzymałości na ściskanie	≤ 5% ≤ 20%

¹⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu; ²⁾ wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawienia się na nich paliwa lub oleju, np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych; JWN – nawierzchnia jednowarstwowa; GWN – górna warstwa nawierzchni; DWN – dolna warstwa nawierzchni

zastosowanego cementu, **zasadę oceny właściwości stwardniałego betonu w czasie równoważnym** (tabela 4). Przyjęte kryteria oceny betonu nawierzchniowego w nowej OST [2] uwzględniają różnice właściwości cementów o różnym stopniu przemiału i składzie CEM I, CEM II i CEM III.

Tabela 4. Czas wykonywania badań w zależności od zastosowanego cementu wg OST [2]

Table 4. Testing time in relation to the used cement type acc. to GTS [2]

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), CEM II/A-LL, CEM II/A-V, CEM II/A-M (S-V), CEM II/A-M (S-LL)	56 dni
CEM III/A	90 dni

Właściwości betonu zastosowanego do budowy obwodnicy Malni i Choruli

Wymagania Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB), dotyczące właściwości mieszanki betonowej, betonu, skład-

ników betonu [21] zaprezentowano w tabeli 5. Na górną (GWN) i dolną (DWN) warstwę nawierzchni zaprojektowano mieszanki betonowe o różnym składzie (tabela 6). W tabelach 7 i 8 zamieszczono wyniki badań właściwości mieszanki betonowej i betonu, które uzyskano w zarobach próbnym dopuszczających receptury do akceptacji inwe-

Tabela 5. Wymagania dotyczące mieszanki betonowej i betonu nawierzchniowego wg STWiORB [21]

Table 5. Requirements for concrete mix and surface concrete acc. to STWiORB [21]

Właściwości	Wymagania
Klasa ekspozycji	XF4
Klasa wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż	C35/45
Wytrzymałość na zginanie, po 28 dniach dojrzewania, nie mniejsza niż [MPa]	5,5
Mrozoodporność po 150 cyklach, przy badaniu bezpośrednim: – ubytek masy, nie więcej niż – spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż	5,0% 20%
Odporność na działanie soli odładzających po 50 cyklach w 3% NaCl	kategoria FT2
Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, nie więcej niż [mm]	0,200

Tabela 6. Skład mieszanek betonowych warstwy dolnej i górnej nawierzchni

Table 6. Compositions of concrete mixes for lower and upper road surface layers

Składnik	Dolna warstwa nawierzchni (DWN)	Górna warstwa nawierzchni z odkrytym kruszywem (GWN)
Piasek 0/2 [kg/m ³]	567	560
Amfibolit [kg/m ³]	1334 (D _{max} = 16 mm)	1265 (D _{max} = 8 mm)
CEM I 42,5N-NA [kg/m ³]	380	425
Woda [kg/m ³]	141	160
Plastyfikator [% m.c.]	0,63	0,9
Domieszka napowietrzająca [% m.c.]	0,26	0,21
Współczynnik [w/c]	0,37	0,37

Tabela 7. Właściwości mieszanek betonowych

Table 7. Properties of concrete mixes

Właściwości	Dolna warstwa nawierzchni (DWN)	Górna warstwa nawierzchni (GWN)
Klasa zawartości chlorków	Cl _{0,2}	Cl _{0,2}
Konsystencja Ve-Be po: – 5 min – 20 min	8 s 10 s	8 s 9 s
Zawartość powietrza po: – 5 min – 20 min	5,5% 5,0%	6,5% 5,5%

stora. Zaprojektowane betony w pełni spełniły wymagania stawiane przez STWiORB. Wyniki badań wytrzymałości betonu z próbek pobranych podczas budowy potwierdziły spełnienie wymagań klasy wytrzymałości C35/45 już po 7 dniach twardnienia (wytrzymałość na ściskanie betonu DWN i GWN wynosiła odpowiednio 54,9 MPa i 56,4 MPa). Pełne badania trwałości zabudowanego betonu są w toku.

Realizacja inwestycji

Nawierzchnia została ułożona na przełomie marca i kwietnia 2019 r. (fotografie 1 ÷ 3). Wykonawcą drogi było konsorcjum firm Drog-Bud Sp. z o.o. i Budpol Sp. z o.o., przy czym podbudowę drogi i jej nawierzchnię wykonała firma Budpol Sp. z o.o. Dostawcą mieszanki betonowej na nawierzchnię jest Górażdże Beton Sp. z o.o.

Tabela 8. Właściwości stwardniałego betonu

Table 8. Properties of hardened concrete

Właściwości	Dolna warstwa nawierzchni (DWN)	Górna warstwa nawierzchni (GWN)
Wytrzymałość na ściskanie po: – 7 dniach – 28 dniach	56,4 MPa 58,8 MPa	48,2 MPa 56,2 MPa
Wytrzymałość na zginanie po 28 dniach	6,1 MPa	6,1 MPa
Mrozoodporność betonu po 150 cyklach – metoda zwykła: – wytrzymałość próbek porównawczych – wytrzymałość próbek po badaniu – ubytek masy – ubytek wytrzymałości	73,3 MPa 70,3 MPa 0,0% (kryt. F150 spełnione) 4,1% (kryt. F150 spełnione)	66,7 MPa 64,1 MPa 0,0% (kryt. F150 spełnione) 3,9% (kryt. F150 spełnione)
Odporność betonu na cykliczne zamrażanie-odmrażanie w obecności soli odładzających po 28 dniach pielęgnacji: – liczba cykli 28 – liczba cykli 56 – m_{56}/m_{28}	złuszczenie 0,04 kg/m ² (kryt. ≤ 0,5 kg/m ² spełnione) złuszczenie 0,05 kg/m ² (kryt. ≤ 1 kg/m ² spełnione) złuszczenie 1 kg/m ² (kryt. ≤ 1,25 kg/m ² spełnione) spełnia wymagania klasy FT2	złuszczenie 0,08 kg/m ² (kryt. ≤ 0,5 kg/m ² spełnione) złuszczenie 0,14 kg/m ² (kryt. ≤ 1 kg/m ² spełnione) złuszczenie 1,75 kg/m ² (kryt. ≤ 2 kg/m ² spełnione) spełnia wymagania klasy FT2
Wskaźnik rozmieszczenia porów (L)	0,149 mm	0,145 mm
Zawartość mikroporów (A ₃₀₀)	3,21%	2,94%



Fot. 1. Układanie górnej warstwy nawierzchni na obwodnicy Malni i Choruli
Photo 1. Casting of upper road surface on by-pass road of Malnia and Chorula



Fot. 2. Nawierzchnia drogi DW 423 po ułożeniu
Photo 2. Surface of road DW 423 after casting

W latach 2000 ÷ 2018 w województwie opolskim wykonano wiele dróg lokalnych (powiatowych i gminnych) z nawierzchnią betonową z wykorzystaniem cementu portlandzkiego CEM I (droga gminna w Czarnowasach, gm. Dobrzeń Wielki) oraz cementu portlandzkiego żuźlowego CEM II/B-S 42,5N-NA zawierającego granulowany żużel wielkopiecowy – droga Otmice-Izbicko, czy droga Ujazd-Zimna Wódka.



Fot. 3. Szczotkowanie górnej warstwy nawierzchni drogi DW 423
Photo 3. Upper surface brushing of road DW 423

Wymagania zawarte w STWiORB, a dotyczące składników mieszanki betonowej i betonu przeznaczonych do budowy pierwszej w województwie opolskim obwodnicy wykonanej w technologii betonowej, stanowią doskonały przykład praktycznego zastosowania nowych zapisów OST.

Literatura

- [1] Dolecki Leonard, 2018. „Opolskie: Umowa na obwodnicę Malni i Choruli podpisana, źródło: <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/opolskie-umowa-na-obwodnice-malni-i-choruli-podpisana-61678.html> z 09.02.2018.
- [2] Ogólna Specyfikacja Techniczna 05.03.04 Nawierzchnia z betonu cementowego, 2018, źródło: https://www.gddkia.gov.pl/frontend/web/userfiles/articles/dokumenty-techniczne_8162/D-05.03.04.pdf.
- [3] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [4] PN-B-06265 Krajowe uzupełnienie normy PN-EN 206:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

[5] PN-B-19707:2013-10 Cement – Cement specjalny – Skład, wymagania i kryteria zgodności.

[6] PN-EN 197-1:2012 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.

[7] PN-EN 934-1:2009 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 1: Wymagania podstawowe.

[8] PN-EN 934-2+A1:2012 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu – Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie.

[9] PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

[10] PN-EN 12350-2:2011 Badania mieszanki betonowej – Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka.

[11] PN-EN 12350-3:2011 Badania mieszanki betonowej – Część 3: Badanie konsystencji metodą Ve-Be.

[12] PN-EN 12350-4:2011 Badania mieszanki betonowej – Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczenia.

[13] PN-EN 12350-7:2011 Badania mieszanki betonowej – Część 7: Badanie zawartości powietrza – Metody ciśnieniowe.

[14] PKN-CEN/TS 12390-9:2017-07 Badania betonu – Część 9: Oznaczanie odporności na zamrażanie i rozmrażanie w obecności soli odładzających – Złuszczenie.

[15] PN-EN 12390-7:2011 Badania betonu – Część 7: Gęstość betonu.

[16] PN-EN 12390-3:2011 Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań.

[17] PN-EN 12390-5:2011 Badania betonu – Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badań.

[18] PN-EN 12390-6:2011 Badania betonu – Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badań.

[19] PN-EN 13877-2:2013-08 Nawierzchnie betonowe – Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych.

[20] PN-EN 480-11:2008 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Metody badań – Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.

[21] Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych dla zadania: Poprawa dostępności do węzłów autostrady A4 Gogolin i Olszowa. Etap II. Zadanie 5. Budowa obwodnicy m. Malnia i Chorula w ciągu drogi wojewódzkiej nr 423 na odcinku od km 20+84, źródło: <http://bip.zdw.opole.pl/download/attachment/14767/zal-nr-08-specyfikacje-techniczne-malnia-i-chorula.pdf> z dnia 3.04.2019 r.

Przyjęto do druku: 04.04.2019 r.

GÓRAŹDŹE[®]
HEIDELBERGCEMENT Group