

**N**owy „Katalog typowych nawierzchni sztywnych” został 10 lipca 2001 r. zatwierdzony przez Generalną Dyрекcyję Dróg Publicznych jako obowiązujący dokument w zakresie budowy dróg i autostrad betonowych. W Polsce w ostatnich latach zaszło dużo zmian w zakresie nowych norm materiałowych, które zarazem są normami Unii Europejskiej. Szczególnie należy podkreślić tutaj powstanie nowych norm na cementy. W Polsce od 1998 roku cement wytworzony jest według europejskiej normy PN-B 19701. Dotyczy ona klasyfikacji i wymagań w zakresie właściwości użytkowych cementów.

Coraz więcej w Europie buduje się betonowych dróg i autostrad. Przykładem mogą być tutaj takie kraje, jak Niemcy, Austria czy ostatnio budowane autostrady w Czechach. Na uwagę zasługują również betonowe drogi lokalne w Holandii, Belgii czy Anglii. W ostatnich latach powstały również takie drogi w Polsce. Dlatego też pilnym i koniecznym stało się opracowanie nowego katalogu. Pracy takiej podjął się Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie przy wsparciu finansowym Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych oraz Polskiego Cementu. W tym celu powołano trzy zespoły robocze:

- zespół technologiczny
- zespół geotechniczny

# Katalog typowych nawierzchni sztywnych – część technologiczna

– zespół konstruktorów.

W skład zespołów weszli pracownicy zarówno nauki, jak i przemysłu, posiadający duże doświadczenie zawodowe z tego zakresu.

Zespół technologiczny opracował następujące zagadnienia:

- właściwości i kryteria doboru składników mieszanki betonowej
- właściwości mieszanki betonowej
- wbudowywanie mieszanki betonowej
- pielęgnacja betonu.

## Właściwości i kryteria doboru składników mieszanki betonowej W zakresie doboru cementu

Do wykonywania nawierzchni betonowych należy stosować cementy podane w tablicy 1. Tablica ta zawiera również dodatkowe wymagania dla cementów portlandzkich obejmujące:

- powierzchnię właściwą

– wodoządnosc

– początkową wytrzymałość 2-dniową

– początek wiązania.

Zaleca się stosowanie cementów, których właściwości odpowiadają wymaganiom normy PN-B-19701; 1997. Do wyższych kategorii ruchu tj. KR4, KR5 i KR6 powinny być stosowane cementy portlandzkie CEM I 32,5, CEM I 32,5 R i CEM I 42,5, CEM I 41,5 R. Dla dróg o niższej kategorii ruchu nie wprowadza się ograniczeń stosowania cementu.

## W zakresie doboru kruszywa

### a) kruszywo grube

Do wykonywania mieszanek betonowych do nawierzchni drogowych należy stosować kruszywa łamane i naturalne, płukane o maksymalnym wymiarze ziaren do 31,5 mm według norm PN-B-11111; 1986 i PN-B-11112; 1996. Dopuszcza się stosowanie kruszywa grubego z recyklingu, pod warunkiem spełnienia parametrów użytkowych betonu określonych na zarobach próbnych.

W przypadku wykonywania nawierzchni drogowych dwuwarstwowych do warstwy górnej należy stosować kruszywa łamane i naturalne, płukane o maksymalnym wymiarze ziaren do 8,0 lub 16 mm wg normy PN-B-11111; 1986 w zależności od grubości warstwy.

### b) kruszywa drobne

Do wykonywania drobnych mieszanek betonowych należy stosować piasek naturalny, jak i łamany spełniający wymagania norm PN-B-11112; 1996 oraz PN-B-11113; 1996.

Szczegółowe wymagania odnośnie kruszyw grubych i drobnych podane zostały w katalogu.

## W zakresie doboru mieszanek

Domieszki do wykonywania betonu powinny być zgodne z normą PN-EN 934-2 lub dokumentami dopuszczającymi. Konieczne jest stosowanie domieszek o działaniu napowietrzającym. Stosowanie domieszek uplastyczniających i upłynniających powinno wynikać z potrzeb technologicznych podyktowanych warunkami wbudowania mieszanki betonowej. Przy wyborze domieszki nale-

Tab. 1. Cementy do drogowych nawierzchni betonowych wg „Katalogu typowych nawierzchni sztywnych”

Rodzaj nawierzchni	Klasa betonu	Rodzaj cementu	Klasa cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne
typowa nawierzchnia betonowa	B30-B50	cement portlandzki CEM I	32,5 32,5 R 42,5 42,5 R	PN-B-19701 "Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania, ocena zgodności" oraz Aprobata Techniczna IBDiM	wodoządnosc wg PN EN 196-3 ≤28,0% wytrzymałość po 2 dniach wg PN EN 196-1 ≤29,0MPa powierzchnia właściwa wg PN EN 196-6 ≤3500 cm <sup>2</sup> /g początek wiązania wg PN EN 196-3 ≥120 minut
		cement portlandzki żuźliowy CEM II/A-S CEM II/B-S	32,5 32,5 R 42,5 42,5 R		
		cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V CEM II/B-V	32,5 32,5 R 42,5 42,5 R		
		cement hutniczy CEM III/A	32,5 42,5		
nawierzchnia betonowa do wczesnego obciążania ruchem	B30-B50	cement portlandzki CEM I	42,5 42,5 R 52,5 52,5 R		wodoządnosc wg PN EN 196-3 ≤28,0% wytrzymałość po 2 dniach wg PN EN 196-1 ≤29,0MPa powierzchnia właściwa wg PN EN 196-6 ≤3500 cm <sup>2</sup> /g początek wiązania wg PN EN 196-3 ≥120 minut
nawierzchnie betonowe w warunkach agresji siarczanowej	B30-B50	cement portlandzki specjalny siarczanoodporny CEM I HSR CEM I MSR	32,5 32,5 R 42,5 42,5 R	PN-B-19705 "Cement portlandzki siarczanoodporny" oraz Aprobata Techniczna IBDiM	Załącznik do normy PN-B-19705 "Cement portlandzki siarczanoodporny" oraz Aprobata IBDiM
		cement portlandzki popiołowy CEM II/B-V	32,5 42,5	Aprobata IBDiM	
		cement hutniczy CEM III/B	32,5 42,5		
		cement pułolanowy CEM IV/B	32,5 42,5		

ży uwzględnić jej zgodność z cementem. Badanie zgodności należy wykonać w laboratorium i sprawdzić na odcinku próbnym.

Procedura techniczna i ilość dozowanych domieszek powinny być zgodne z ustaleniami odpowiednich dokumentów i instrukcji. Nie należy stosować równocześnie więcej niż trzech rodzajów domieszek.

**Właściwości mieszanki betonowej i betonu**

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu oraz technologii jej wbudowania.

Zaleca się stosować konsystencję mieszanki w przedziale K2 – K4, tj. od gęstoplastycznej do półciekłej. Współczynnik wodno-cementowy (W/C) powinien wynosić poniżej 0,45. Zalecaną ilość powietrza podano w tablicy 2. Zawartość cementu w mieszance betonowej nie powinna być mniejsza niż 350 kg/m<sup>3</sup>.

Beton natomiast powinien posiadać następujące właściwości:

- wytrzymałość na ściskanie odpowiadającą klasie B30 – B50, zgodnie z normą PN-B-06250; 1988
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu R<sub>zg</sub> od 4,0 MPa do 6,5 MPa w zależności od przeznaczenia; zgodnie z procedurą badawczą IBDiM nr PB-TB-02/2001
- nasiąkliwość wagowa nie więcej niż 5,0 % zgodnie z normą PN-B-06250; 1998
- stopień mrozoodporności co najmniej F150, uzyskany po badaniu metodą bezpośrednią; zgodnie z normą PN-B-06250; 1988
- odporność na działanie środków odłóżających po 50 cyklach badania w 3% roztworze NaCl; zgodnie z procedurą badawczą IBDiM nr PB-TB-01/2001.

**Wbudowanie mieszanki betonowej**

W rozdziale tym opisano szczegółowo następujące zagadnienia:

- przygotowanie próby technologicznej
- transport mieszanki betonowej
- układanie i zagęszczanie
- kształtowanie odpowiedniej tekstury powierzchni betonowej
- pielęgnacja betonu
- wykonywanie szczelin.

Przedstawiono dopuszczalne zakresy temperatur do wykonywania nawierzchni betonowej. Nawierzchnie te powinno się wykonywać w temperaturach nie niższych niż 5°C i wyższych niż 30°C. Szczególnie przy wyższych temperatu-

rach należy zwrócić uwagę na wilgotność powietrza i odpowiednio zabezpieczyć beton podczas jego wbudowywania. Opisane zostały metody teksturowania powierzchni betonu oraz metody jego pielęgnacji.

Szczegółowo przedstawiono również warunki wykonywania i rozmieszczania szczelin rozszerzania, skurczowych i konstrukcyjnych. Opisano również warunki, jakie powinny spełniać mieszanki wypełniające wykonane szczeliny.

**Podsumowanie**

Przedstawione wymagania dotyczące składników mieszanki betonowej oraz betonu uwzględniają aktualną normalizację cementów w Polsce, która, jak wcześniej podano, odpowiada wymaganiom Unii Europejskiej, oraz są zgodne z zatwierdzonymi katalogami nawierzchni sztywnych w wielu krajach zachodnich. W katalogu uwzględniono również doświadczenia wielu krajów w zakresie budowy dróg betonowych, które były prezentowane na ostatnich Międzynarodowych Konferencjach Drogowych (Wiedeń - 1994, Lizbona - 1998).

Dopuszczenie do stosowania większej liczby cementów daje możliwość projektantowi optymalnego kształtowania właściwości betonu, uwzględniając jego klasę i trwałość. Polska, wbrew obiegowej opinii, posiada kilkudziesięcioletnie tradycje w budowie dróg betonowych. Pierwsze drogi betonowe w Polsce wybudowano w latach 1935-1939, ale również w latach

Tab. 2. Zalecana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Maksymalna $\varnothing$ ziarn kruszywa, mm	Zawartość powietrza (% obj.) dla mieszanki betonowej			
	bez domieszki upłynniającej lub uplastyczniającej		z domieszką upłynniająca i/lub uplastyczniającą	
	średnia dzienna	minimalna	średnia dzienna	minimalna
8	5,5	5,0	6,5	6,0
16	4,5	4,0	5,5	5,0
31,5	4,0	3,5	5,0	4,0

50. i 80. budowano lokalne drogi betonowe. Większy rozwój budowy dróg betonowych nastąpił po roku 1990. Przykładem jest tutaj odcinek autostrady A12 Golnice – Krzywa oraz odcinków dróg lokalnych. Należy również podkreślić, że ostatnio rząd podjął decyzję o budowie kilku odcinków autostrad i dróg szybkiego ruchu z betonu (około 357 km).

Opracowany nowy katalog dróg betonowych ułatwi inwestorom podjęcie właściwych decyzji co do wyboru materiałów, z których powinno budować się drogi i autostrady. Można również przyjąć, że przyczyni się on w istotny sposób do zintensyfikowania budowy nawierzchni drogowych z betonu. Należy tutaj dodać, że wszystkie podstawowe surowce do budowy dróg betonowych są wytwarzane w Polsce. Zarówno przemysł cementowy produkuje cemeny o odpowiedniej jakości, jak również przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją kruszyw są w stanie spełnić zawarte w katalogu wymagania jakościowe. Dotychczasowa praktyka potwierdza, że potrafimy wykonywać bardzo dobre nawierzchnie drogowe z polskich surowców.

prof. dr hab. inż. Jan Małolepszy  
Akademia Górniczo-Hutnicza



Betonowy odcinek autostrady A12 Golnice – Krzywa