

Mieszanki CBGM na inwestycjach drogowych



mgr inż. Artur Paszkowski
Kierownik Działu Doradztwa
Technicznego i Rozwoju
GRUPA OŻARÓW S.A.

© filmtime.pl

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018 Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

WT5 Część 1. MIESZANKI ZWIĄZANE CEMENTEM wg PN-EN 14227-1

Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym –

mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie w skutek reakcji hydraulicznych.

Mieszanka związana cementem (CBGM ang. Cement Bound Granular Mixtures) –

mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu; wymieszana w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.



Załącznik Nr 4 do Zarządzenia Nr 102
Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad
z dnia 19 listopada 2010r.

Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych

**WT-5 2010
Wymagania Techniczne**

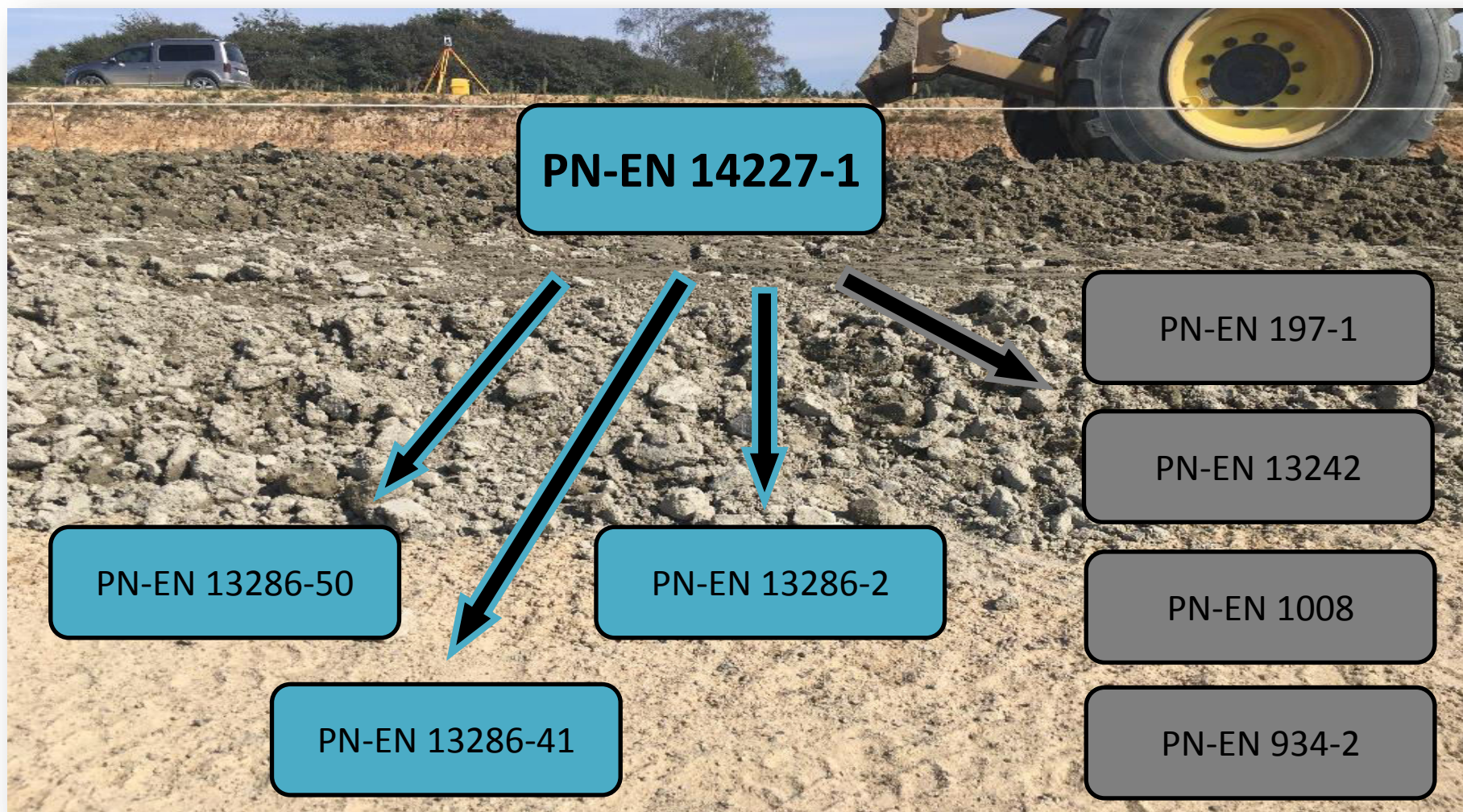
Warszawa 2010

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

WYMAGANIA WOBEĆ MATERIAŁÓW SPECYFIKACJA MIESZANEK



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl



Konstrukcja nawierzchni drogowej podatnej i półsztywnej.



Konstrukcja nawierzchni drogowej sztywnej



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

PROJEKTOWANIE MIESZANEK

PN-EN 13286-2

Ułamek masowy próbki [%], który przechodzi przez sito			Masa próbki [kg]	Forma Proctora
16 mm	31,5 mm	63 mm		
100	-	-	15	A
			40	B
Od 75 do 100	100	-	40	B
< 100	od 75 do 100	100	40	B
-	< 75	od 75 do 100	200	C

Typ badania	Charakterystyka badania	Symbol	Jednostka	Forma Proctora		
				A	B	C
Badanie Proctora	Masa ubijaka	m_R	kg	2,5	2,5	15,0
	Średnica ubijaka	d_2	mm	50	50	125,0
	Wysokość spadku	h_2	mm	305	305	600
	Liczba warstw	-	-	3	3	3
	Liczba uderzeń na warstwę	-	-	25	56	22
Zmodyfikowane badanie Proctora	Masa ubijaka	m_R	kg	4,5	4,5	15,0
	Średnica ubijaka	d_2	mm	50	50	125,0
	Wysokość spadku	h_2	mm	457	457	600
	Liczba warstw	-	-	5	5	3
	Liczba uderzeń na warstwę	-	-	25	56	98



Kolumna	1	2	3
Wiersz	Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach [MPa]	
		Wytrzymałość charakterystyczna R_c	
		Próbki walcowe $H/D^a = 2,0$	Próbki walcowe $H/D^a = 1,0^b$
1	C0	brak wymagań	
2	C1,5/2,0	1,5	2,0
3	C3/4	3,0	4,0
4	C5/6	5,0	6,0
5	C8/10	8,0	10,0
6	C12/15	12	15
7	C16/20	16	20
8	C20/25	20	25

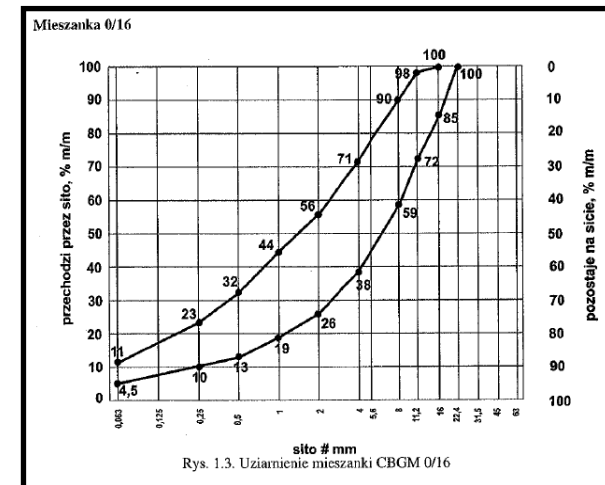
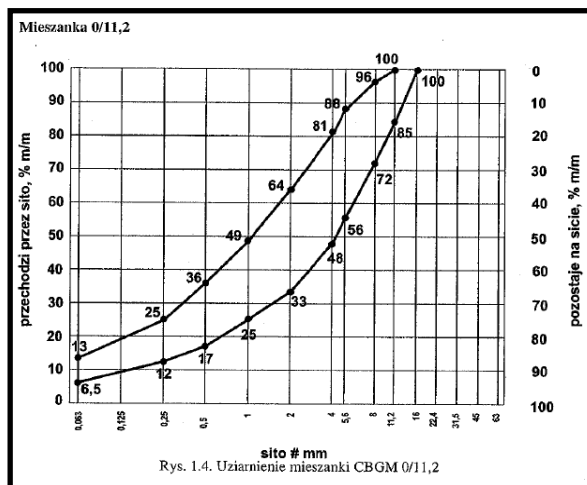
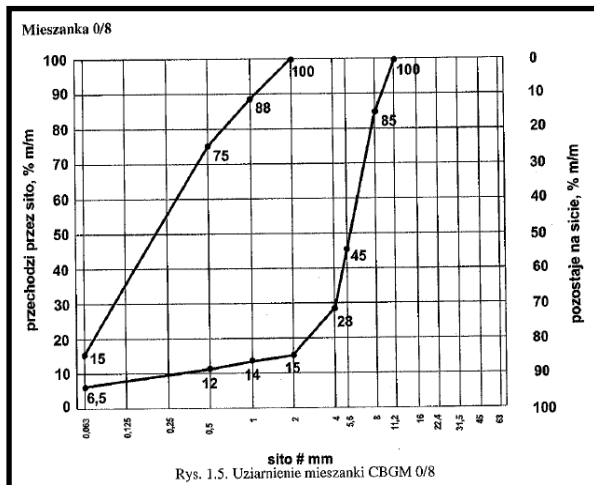
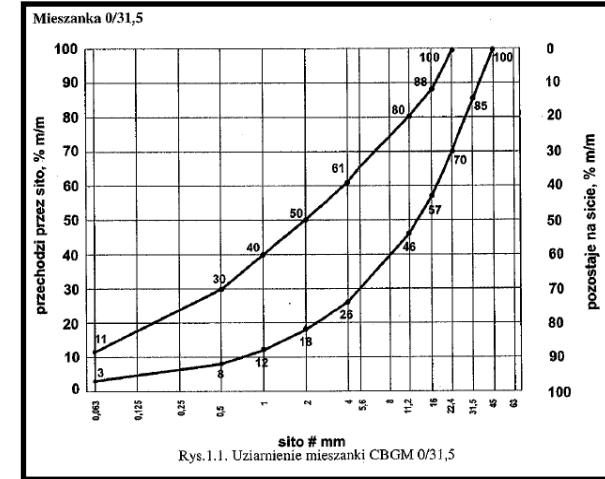
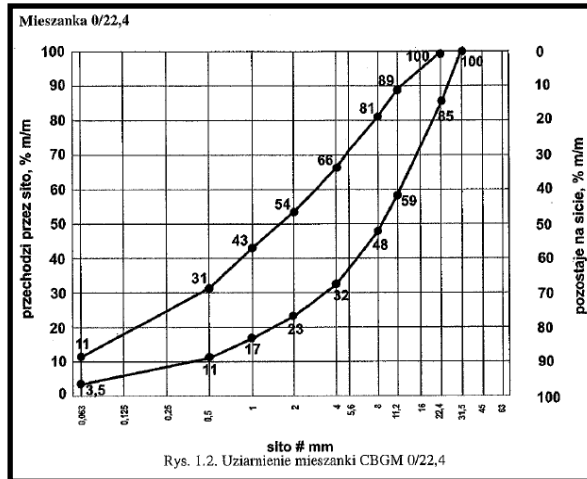
^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki
^b $H/D = 0,8$ do $1,21$



PROJEKTOWANIE MIESZANEK

Uziarnienie mieszanki mineralnej

- Analiza sitowa kruszywa na mokro
- Kruszywo o ciągłym uziarnieniu
- Popiół lotny – uzupełnienie drobnych frakcji
- Cement – uzupełnienie drobnych frakcji



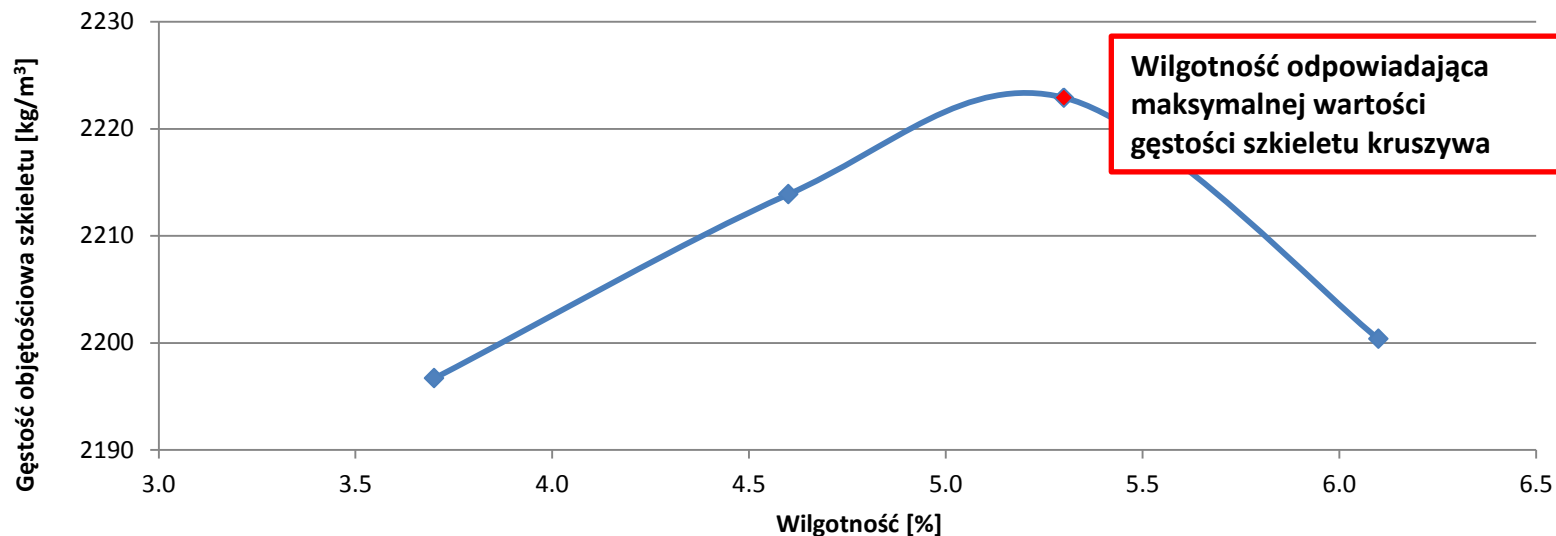
V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

PROJEKTOWANIE MIESZANEK

Określenie wilgotności optymalnej



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Wymagania wobec mieszanek CBGM			
Właściwości	Wymagania		
	KR1 – KR2	KR3 – KR4	KR5 – KR6
Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia		
Cement	Minimalna zawartość cementu		
Woda	Optymalna wilgotność		
WARSTWA ULEPSZONEGO PODŁOŻA			
Wytrzymałość na ściskanie Rc	C1,5/2,0	C1,5/2,0	C1,5/2,0
WARSTWA PODBUDOWY POMOCNICZEJ			
Wytrzymałość na ściskanie Rc	C1,5/2,0 (nie więcej niż 4,0 MPa)	C3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	C5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa)
Mrozoodporność	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,6
WARSTWA PODBUDOWY ZASADNICZEJ			
Wytrzymałość na ściskanie Rc	C3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	C5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa)	C8/10 (nie więcej niż 20,0 MPa)
Mrozoodporność	≥ 0,7	≥ 0,7	≥ 0,7

Maksymalny nominalny wymiar kruszywa [mm]	Minimalna zawartość spoiwa [% m/m]
> 8,0 do 31,5	3
2,0 do 8,0	4
< 2,0	5



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

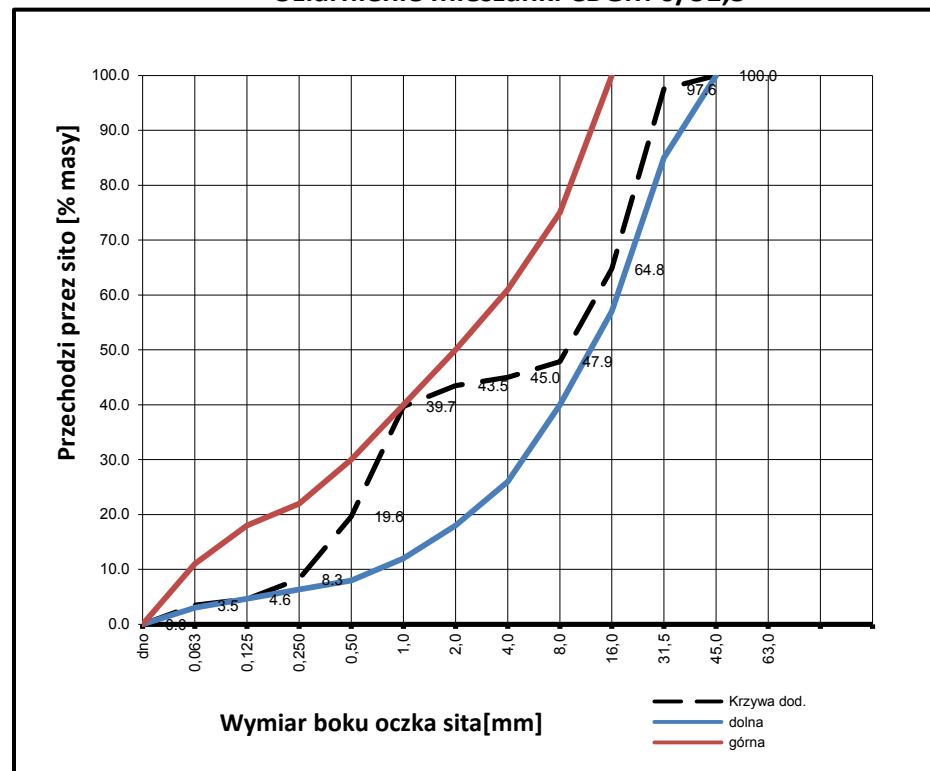
www.konferencjespecjalistyczne.pl



**Popiół lotny wliczony w kruszywo -
uzupełnienie drobnych frakcji**

Mieszanka CBGM		Oznaczenie			
uziarnienie	0/31,5	C2P3	C3P3	C4P3	C5P3
surowce:		[%]	[%]	[%]	[%]
cement	CEM II/A-V 42,5R	2	3	4	5
popiół lotny	krzemionkowy	3	3	3	3
kruszywo drobne	piasek 0/4	42	42	42	42
kruszywo grube	grys 4/31,5	55	55	55	55

Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5



$\rho_{sr} = 2,341 \text{ Mg/m}^3$

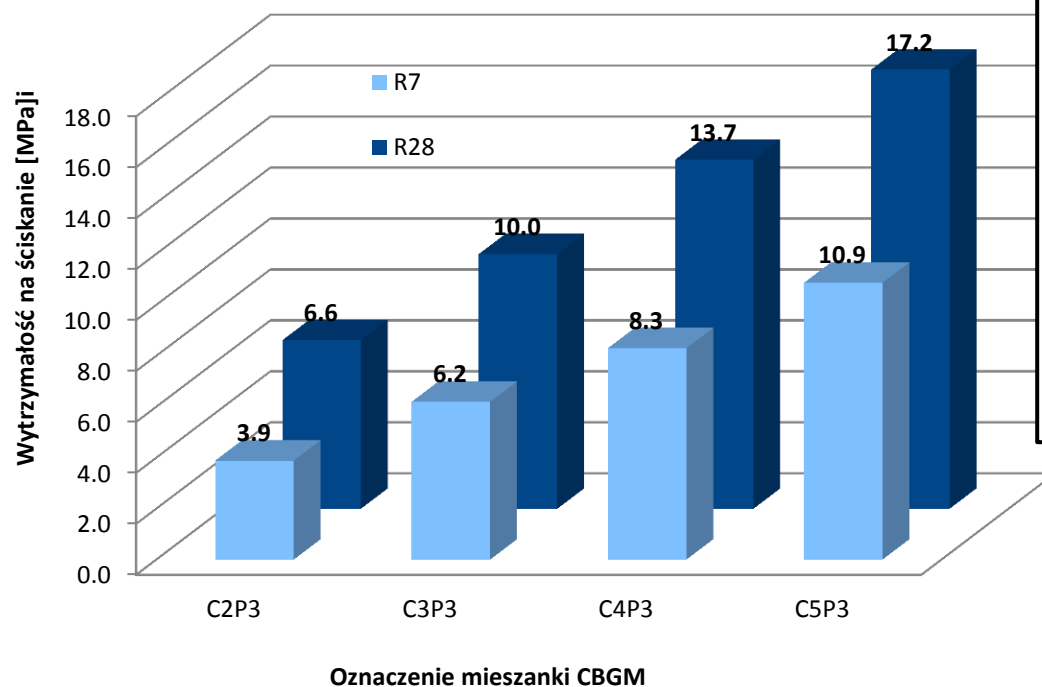
$w_{sr} = 5,3 \%$

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

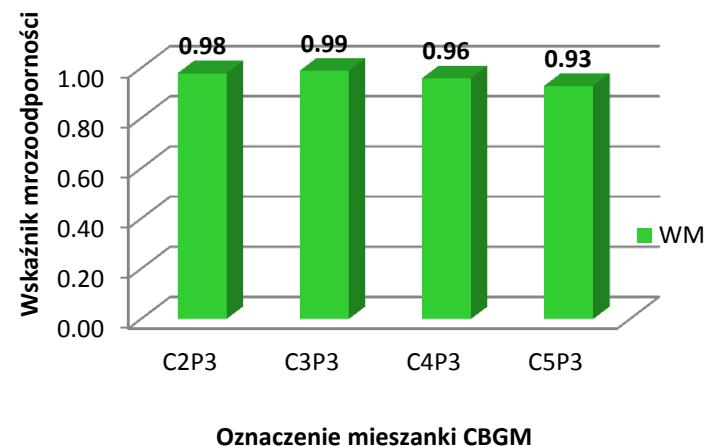
Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Przyrost wytrzymałości na ściskanie w czasie



Badanie mrozoodporności

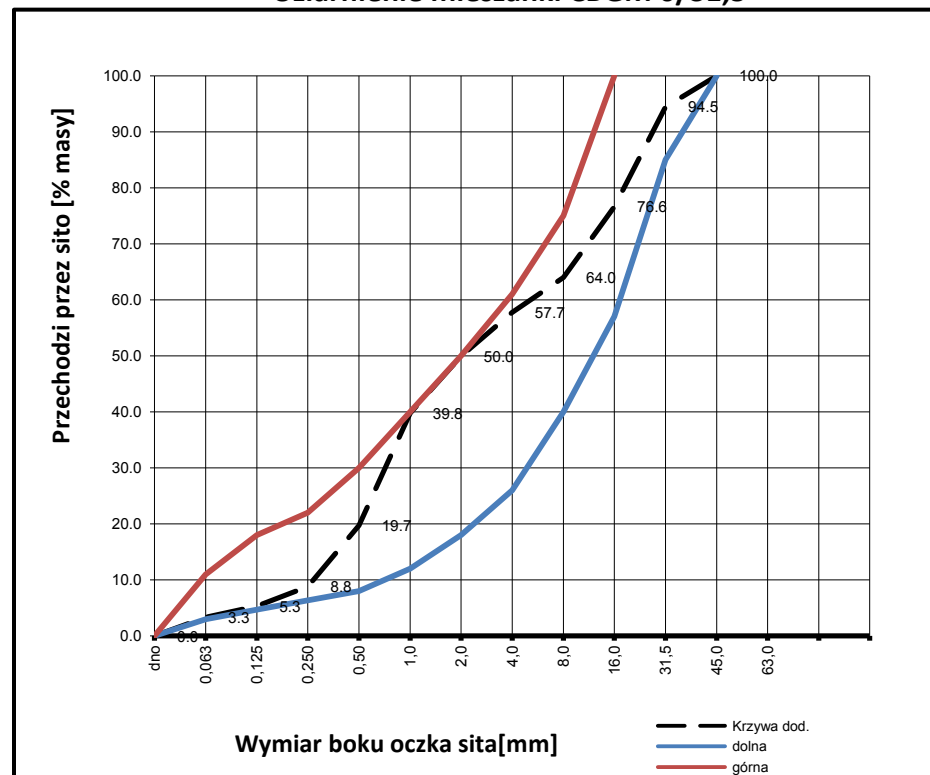




Kruszywo o ciągłym uziarnieniu

Mieszanka CBGM		Oznaczenie			
uziarnienie	0/31,5	C3	C4	C5	C6
surowce:		[%]	[%]	[%]	[%]
cement	CEM II/A-V 42,5R	3	4	5	6
kruszywo drobne	piasek 0/4	29	29	29	29
kruszywo grube	grys 0/31,5	71	71	71	71

Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5



ρ_s = 2,325 Mg/m³

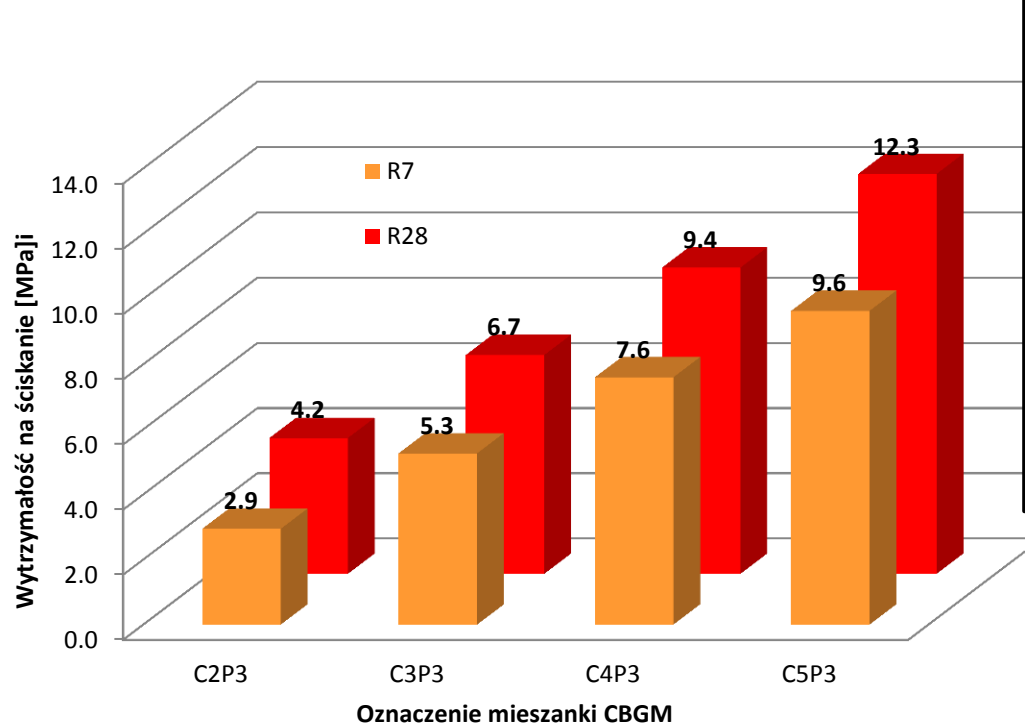
w_s = 7,4 %

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

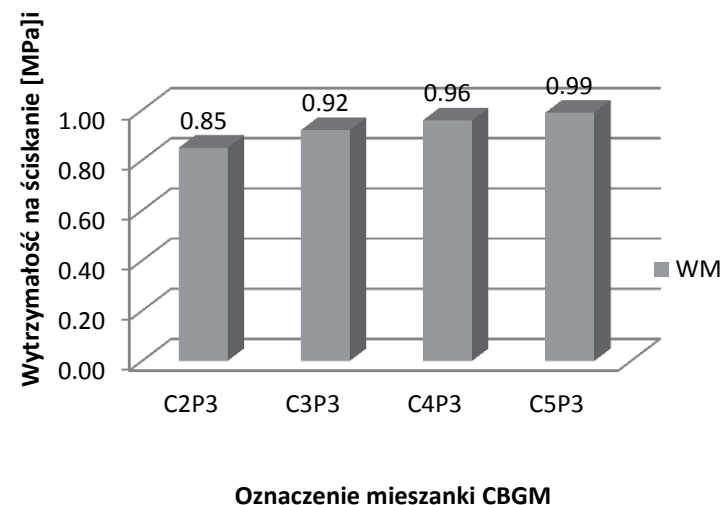
Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Przyrost wytrzymałości na ściskanie w czasie



Wskaźnik mrozoodporności





V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018 Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

**S17 Kołbiel – Garwolin, Garwolin – Gończyce,
Gończyce – granica woj. maz. / lub.**

Odcinek	Kołbiel - Garwolin	Garwolin - Gończyce	Gończyce – gr. woj. maz. / lub.
Główny Wykonawca	BUDIMEX		
Typ inwestycji	Projektuj + Buduj projektowanie 12 miesięcy	Projektuj + Buduj projektowanie 12 miesięcy	Projektuj + Buduj projektowanie 12 miesięcy
Data podpisania umowy	27.01.2016	22.09.2015	22.09.2015
Czas realizacji	34 miesiące	34 miesiące	34 miesiące
Koszt budowy	290 mln zł	289 mln zł	314 mln zł
Budżet zamawiającego	417 mln zł	367 mln zł	409 mln zł
Długość	13,0 km	12,2 km	13,0 km
Rodzaj nawierzchni	Beton cementowy	Beton cementowy	Beton cementowy

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

**S17 Kołbiel – Garwolin, Garwolin – Gończyce,
Gończyce – granica woj. maz. / lub.**

CBGM	
Warstwa konstrukcji drogowej	Ulepszone podłoże, podbudowa pomocnicza, podbudowa zasadnicza
Klasa wytrzymałości / Mrozoodporność	C3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa) / $\geq 0,6$ C5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) / $\geq 0,6$ C8/10 (nie więcej niż 20,0 MPa) / $\geq 0,7$
Producent	BUDIMEX
Rodzaj cementu	CEM II/B-V 32,5N – LH/HSR/NA
Dodatki	Popiół lotny wapienny
Uziarnienie mieszanki mineralnej	Mieszanka 0/31,5
Zapotrzebowanie – mieszanki CBGM	C1,5/2,0 – 9,0 tys. m ³ C5/6 – 9,0 tys. m ³ C8/10 – 187,2 tys. m ³
Zapotrzebowanie - cement	25,0 tys. t



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018 Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Główny Wykonawca	MOTA - ENGIL
Typ inwestycji	Projektuj + Buduj projektowanie 12 miesięcy
Data podpisania umowy	20.10.2015
Czas realizacji	34 miesiące
Koszt budowy	271 mln zł
Budżet zamawiającego	340 mln zł
Długość	13,2 km
Rodzaj nawierzchni	Beton cementowy

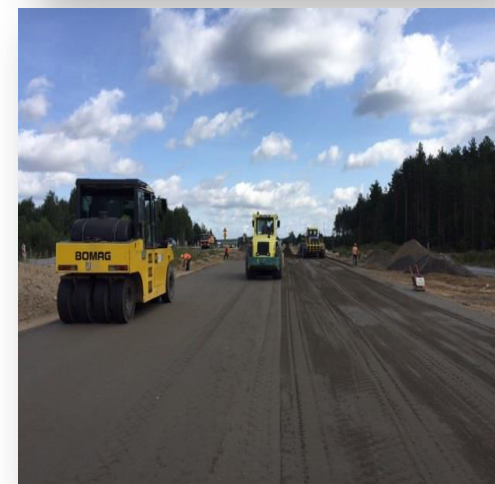


V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

CBGM	
Warstwa konstrukcji drogowej	Ulepszone podłoże, podbudowa pomocnicza
Klasa wytrzymałości / Mrozoodporność	C1,5/2,0 C3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa) / $\geq 0,6$ C5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) / $\geq 0,6$
Producent	MOTA-ENGIL
Rodzaj cementu	CEM II/A-V 42,5R
Dodatki	Popiół lotny krzemionkowy
Uziarnienie mieszanki mineralnej	Mieszanka 0/16 Mieszanka 0/31,5
Zapotrzebowanie – mieszanki CBGM	C1,5/2,0 – 9,0 tys. m ³ C3/4 – 7,0 tys. m ³ C5/6 – 50,0 tys. m ³
Zapotrzebowanie - cement	8,0 tys. t


V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

- **Uzupełnienie drobnych frakcji:** cement, popiół lotny, analiza sitowa na mokro, kruszywo o ciągłym uziarnieniu
- ↑ Max. wymiar ziarna kruszywa → klasa wytrzymałości i rodzaj cementu ↓
- Szczelność stosu okruszowego + wilgotność optymalna + jednorodność mieszanki + odpowiednia energia zagęszczania → **max. gęstość strukturalna**
- Zachowanie wysokiego **reżimu technologicznego procesu** (surowce, produkcja, transport, wbudowanie, pielęgnacja)
- Cement + hydrauliczne spoiwo drogowe ???
- Domieszki chemiczne do mieszanek wilgotnych ???



V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018

Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

DZIĘKUJĘ BARDZO ZA UWAGĘ

