

II Lubelska Konferencja Techniki Drogowej

Wzmocnienia gruntu – podbudowy – drogi betonowe



Cement Ożarów
A CRH COMPANY

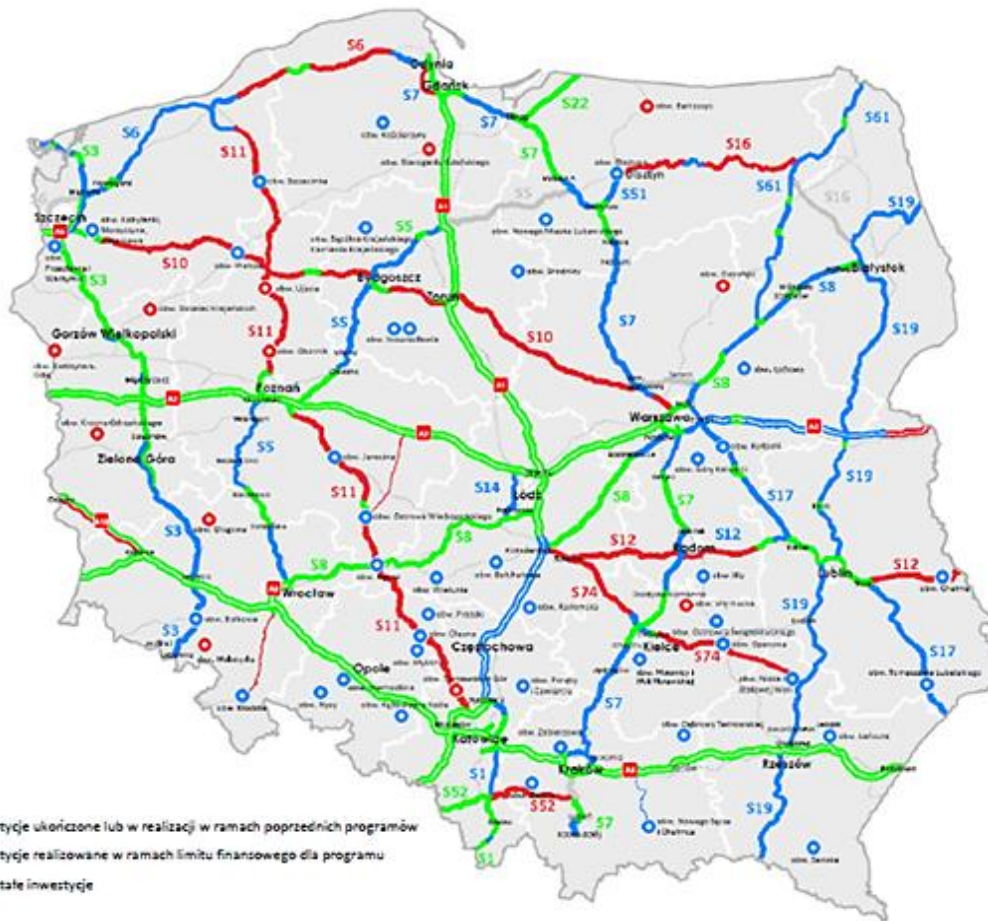
Mieszanki CBGM wg WT5 na drogach krajowych



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

Lublin, 28-29 listopada 2018 r.

PROGRAM BUDOWY DRÓG KRAJOWYCH na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)



107 mld zł  135 mld zł
4990 km  3268 km



A1

A2



S1

S2

S3

S5

S6

S7

S8



S11

S14

S17

S19

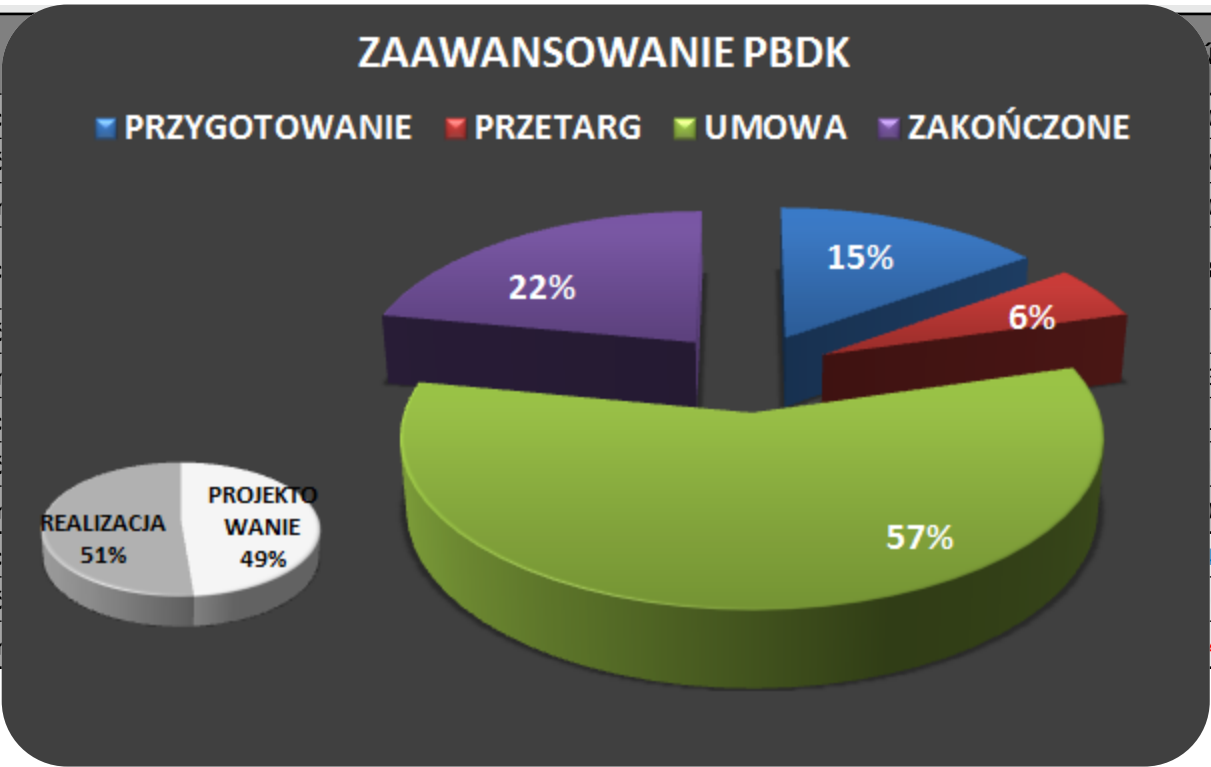
S61

 inwestycje ukończone lub w realizacji w ramach poprzednich programów
 inwestycje realizowane w ramach limitu finansowego dla programu
 pozostałe inwestycje

PROGRAM BUDOWY DRÓG KRAJOWYCH na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)

Stan na dzień 24.10.2018 r.

RODZAJ DROGI		ZAAWANSOWANIE PBDK		WARTOŚĆ	SUMA
Autostrada	Ilość odcinków	PRZYGOTOWANIE	PRZETARG	0	13
	Długość [km]	UMOWA	ZAKOŃCZONE	0	251,95
	Koszt [mln]			0	-
Droga ekspresowa	Ilość odcinków			4	141
	Długość [km]			2,4	2516,56
	Koszt [mln]			371	-
Obwodnica	Ilość odcinków			0	46
	Długość [km]			8,2	513,5
	Koszt [mln]			43	-
Suma	Ilość odcinków			4	200
	Długość [km]			0,6	3282,01
	Koszt [mln]			414	-



ZAPOTRZEBOWANIE CEMENTU DO STABILIZACJI GRUNTU

		Szacunkowe określenie przeznaczenia cementu luzem w 2015 roku	
Lp.	Województwa	stabilizacja gruntu	inne
		%	%
1	dolnośląskie	5,9	0,8
2	kujawsko-pomorskie	4,0	2,7
3	lubelskie	7,8	2,7
4	lubuskie	4,6	8,9
5	łódzkie	5,1	12,3
6	małopolskie	2,2	1,8
7	mazowieckie	1,8	2,0
8	opolskie	3,7	6,3
9	podkarpackie	9,0	0,2
10	podlaskie	6,6	23,2
11	pomorskie	1,5	6,8
12	śląskie	4,5	0,8
13	świętokrzyskie	11,1	7,8
14	warmińsko-mazurskie	3,4	4,1
15	wielkopolskie	4,1	4,6
16	zachodniopomorskie	3,6	0,5
OGÓŁEM		4,2	4,1

**SPRZEDAŻ CEMENTU
W KRAJU W 2015 R**

**15,5
mln t**

**ZAPOTRZEBOWANIE CEMENTU
DO STABILIZACJI**

**0,65
mln t**

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

WYMAGANIA WOBEC MATERIAŁÓW SPECYFIKACJA MIESZANEK

PN-EN 14227-1

PN-EN 13286-50

PN-EN 13286-41

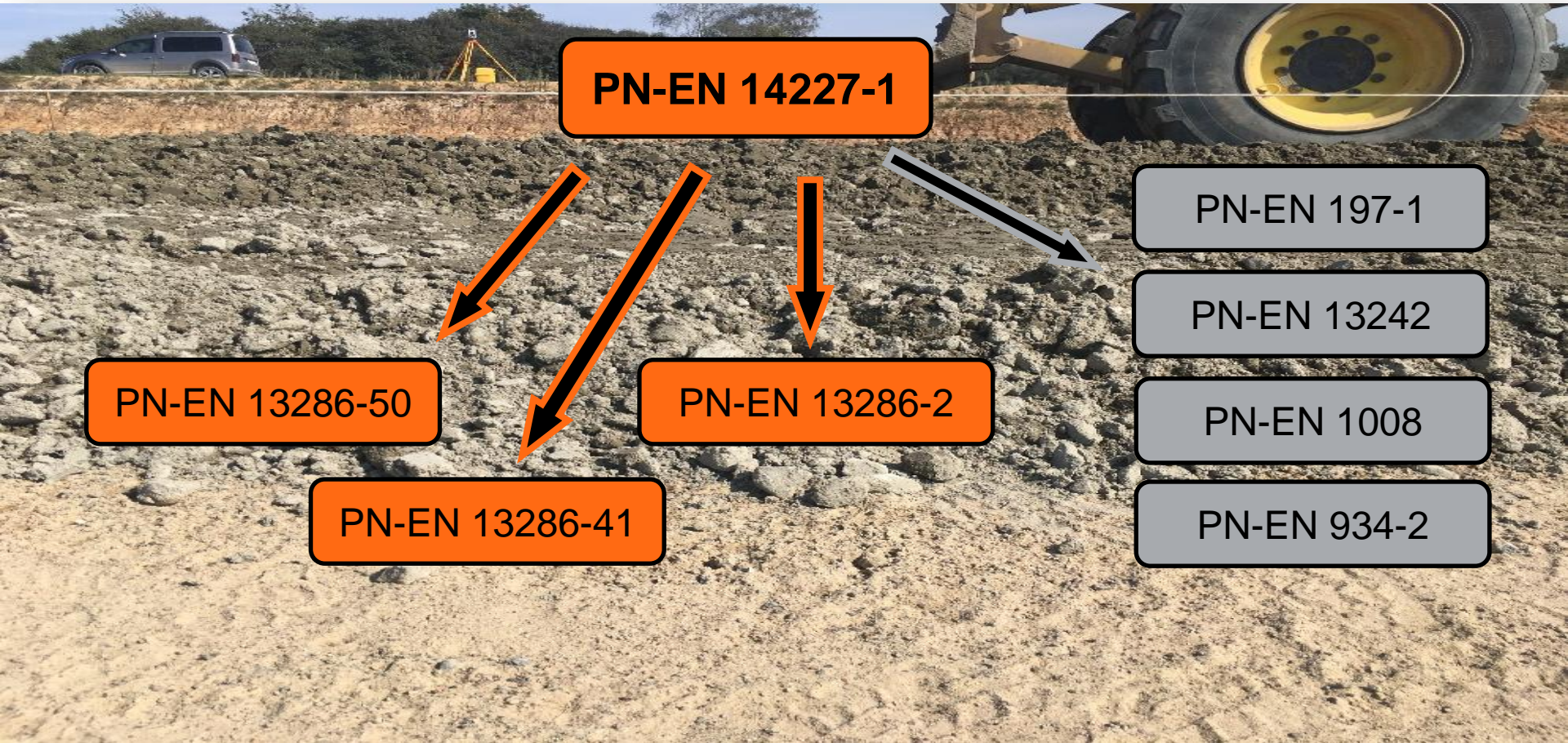
PN-EN 13286-2

PN-EN 197-1

PN-EN 13242

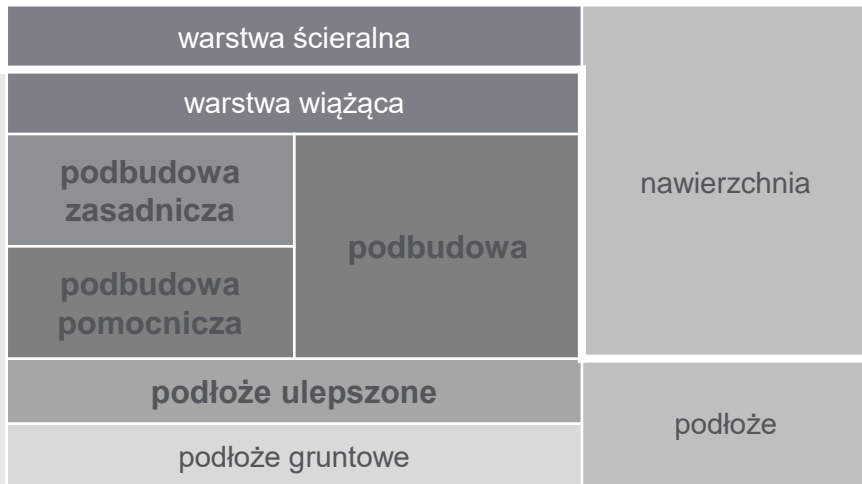
PN-EN 1008

PN-EN 934-2

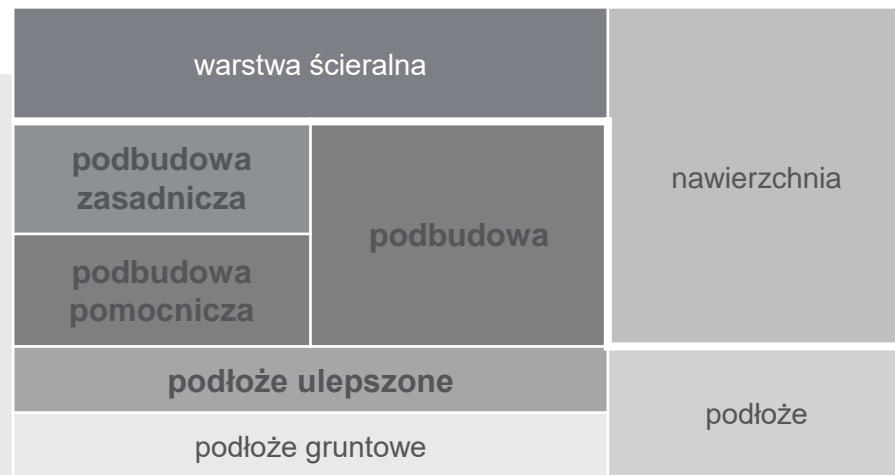


SPECYFIKACJA MIESZANEK

Przeznaczenie



Konstrukcja nawierzchni drogowej podatnej i półsztywnej.



Konstrukcja nawierzchni drogowej sztywnej



PROJEKTOWANIE MIESZANEK

Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1

Kolumna	1	2	3
Wiersz	Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach [MPa]	
		Wytrzymałość charakterystyczna Rc	
		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

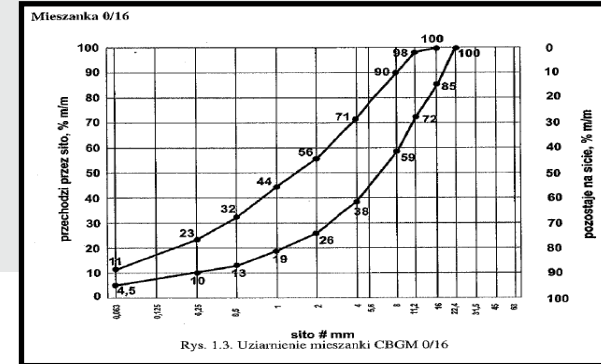
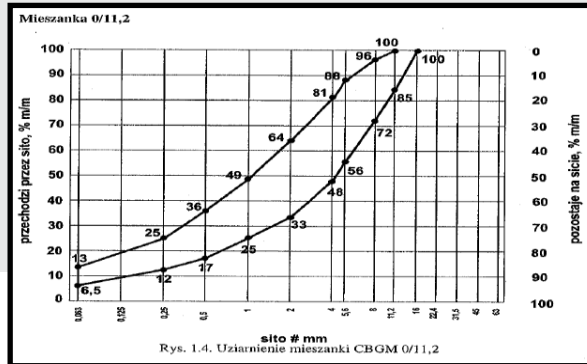
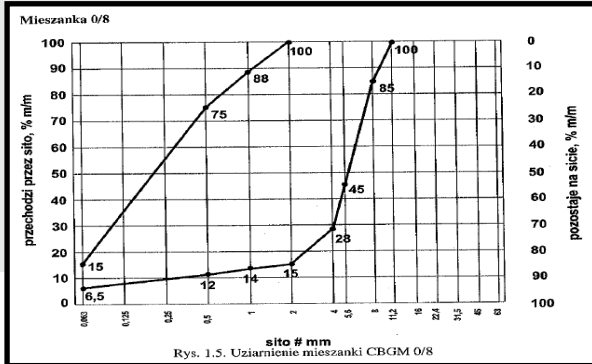
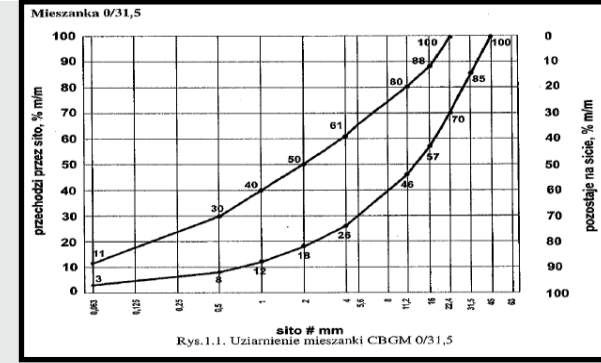
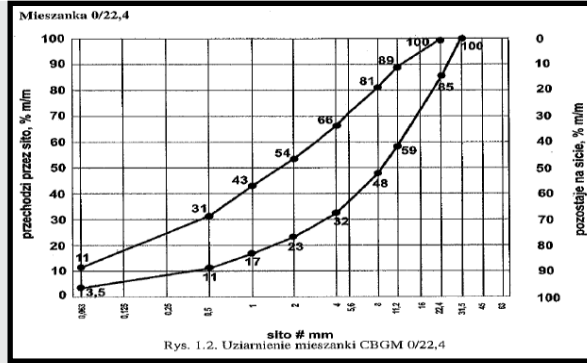
^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki
^b H/D = 0,8 do 1,21



PROJEKTOWANIE MIESZANEK

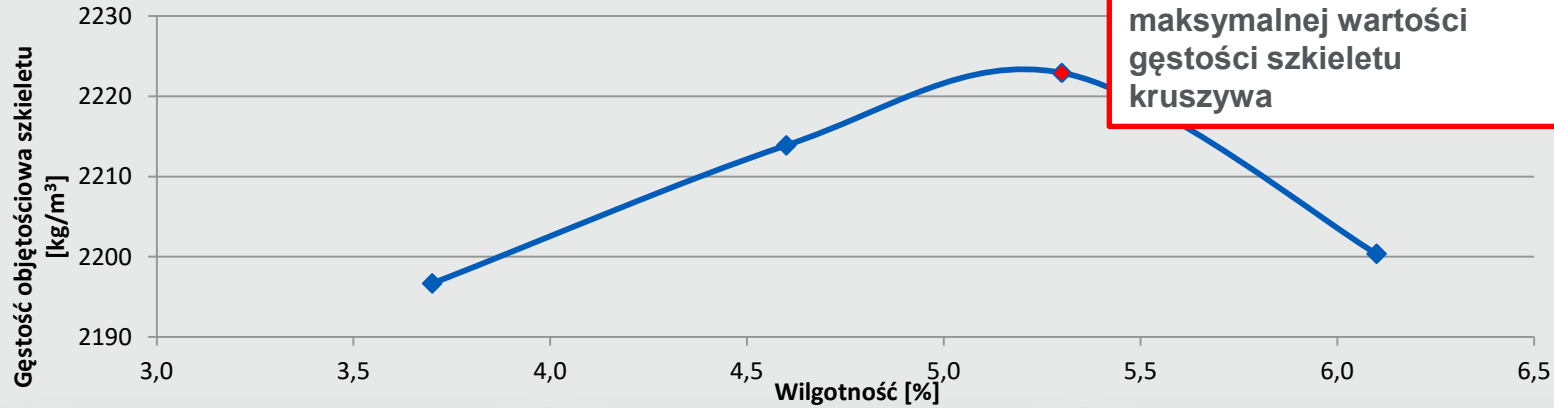
Uziarnienie mieszanki mineralnej

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



PROJEKTOWANIE MIESZANEK

Określenie wilgotności optymalnej



Wilgotność odpowiadająca maksymalnej wartości gęstości szkieletu kruszywa



WYMAGANIA WOBEC MIESZANEK

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 R _c	C1,5/2,0	C1,5/2,0	C1,5/2,0
WARSTWA PODBUDOWY POMOCNICZEJ			
Wytrzymałość na ściskanie R _c	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 R _c	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

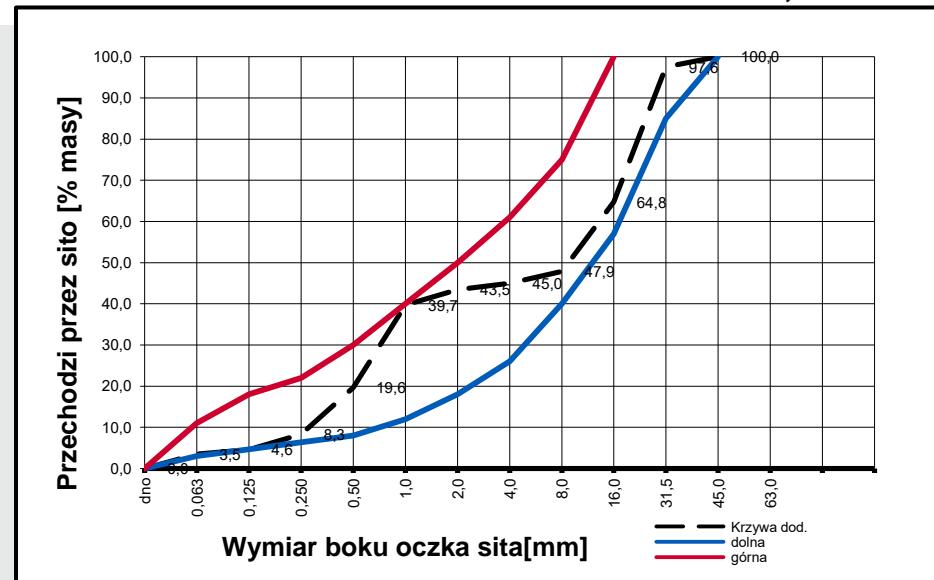


PROJEKT BADAWCZY – MIESZANKI CBGM

➤ 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

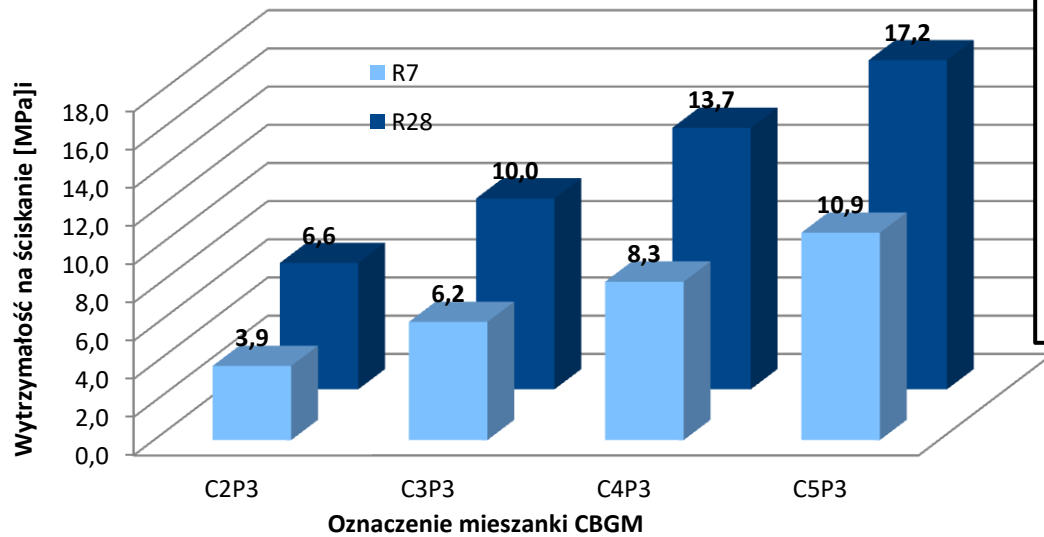
Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5



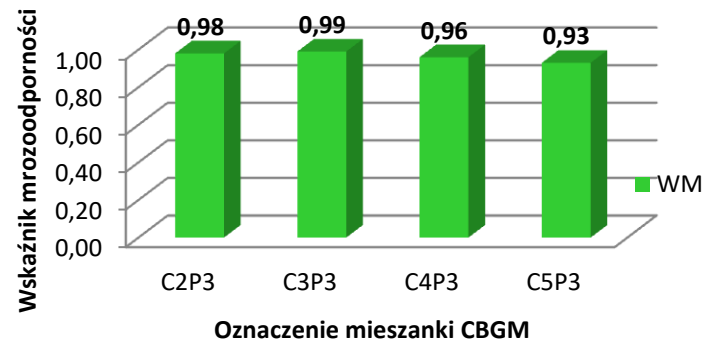
$$\rho_{sr} = 2,341 \text{ Mg/m}^3$$

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

Przyrost wytrzymałości na ściskanie w czasie



Badanie mrozoodporności

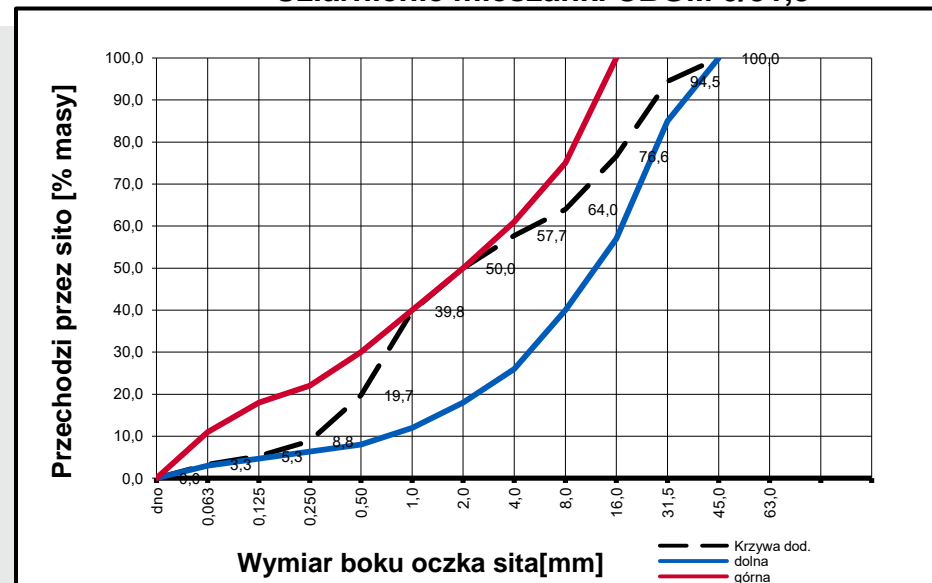


PROJEKT BADAWCZY – MIESZANKI CBGM

➤ 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

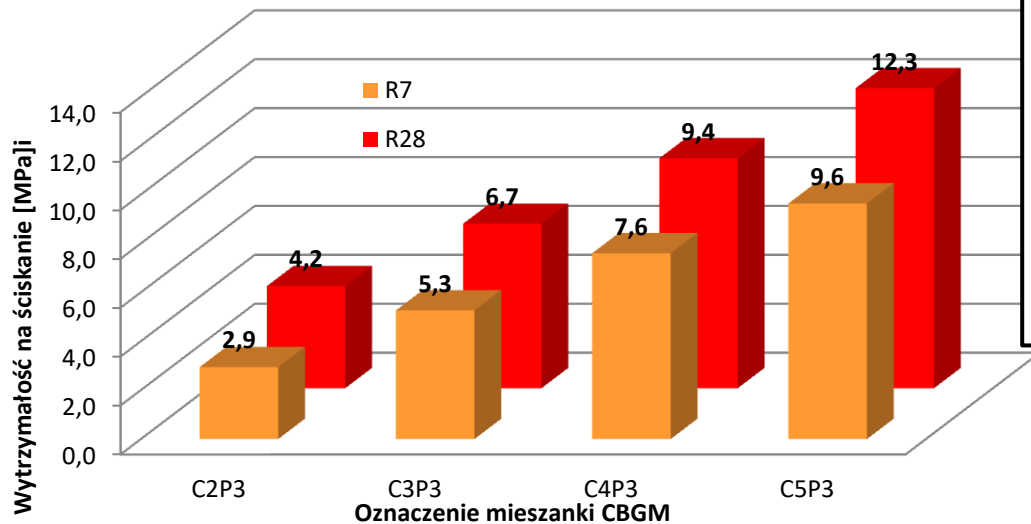
Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5



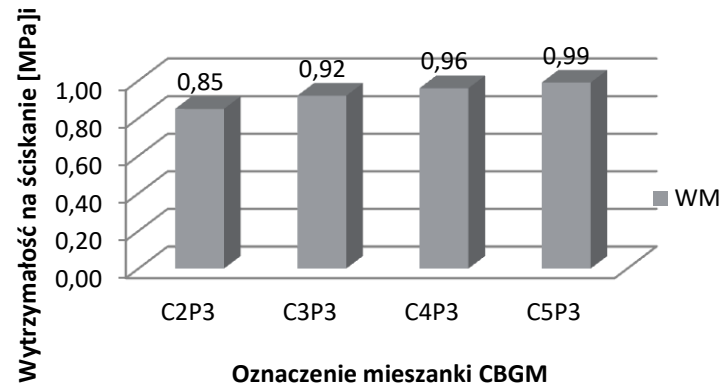
psr = 2,325 Mg/m³

wśr = 7,4 %

Przyrost wytrzymałości na ściskanie w czasie



Wskaźnik mrozodporności



PRZYKŁADOWE REALIZACJE DROGOWE



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

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





S17 Skrudki – Kurów Zachód

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



S17 Skrudki – Kurów Zachód

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



MIESZANKI CBGM - PODSUMOWANIE

- **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)



MIESZANKI CBGM - PODSUMOWANIE

- Cement + hydrauliczne spoiwo drogowe ???
- Domieszki chemiczne do mieszanek wilgotnych ???
- **PN-EN 14227:2013-10 ANG**
- **OST mieszanki związane → WT5 akt.**



DZIĘKUJĘ BARDZO ZA UWAGĘ

