Nawierzchnie betonowe

Uzasadnione ekonomicznie rozwiązanie na drogach

Marek Surowiec

Członek Zarządu, Dyrektor ds. Strategii Grupa Ożarów S.A.

Paweł Trybalski

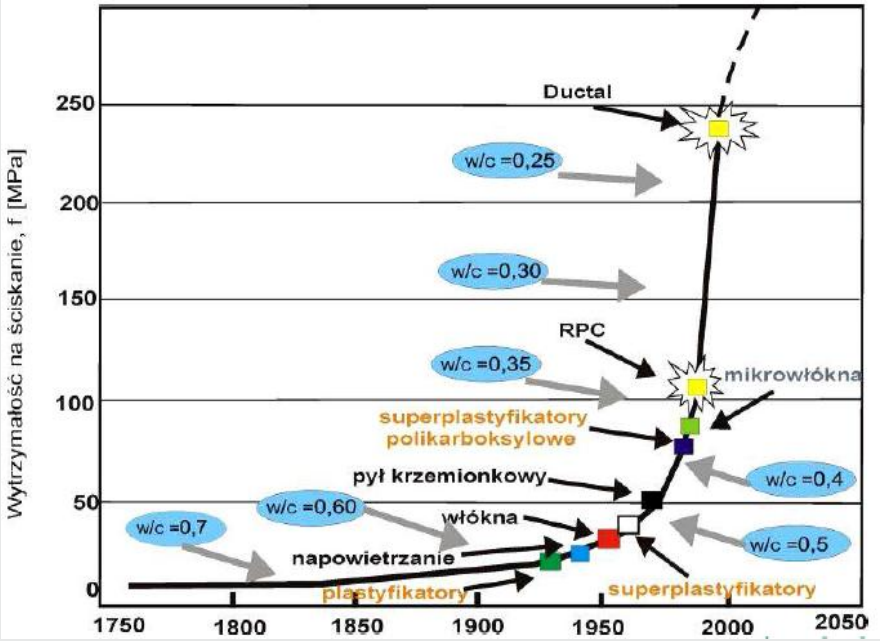
Kierownik Działu Doradztwa Technicznego Grupa Ożarów S.A.

CEMENT OŻARÓW

NAWIERZCHNIE BETONOWE

IV Warmińsko-Mazurskie Forum Drogowe w Ostródzie

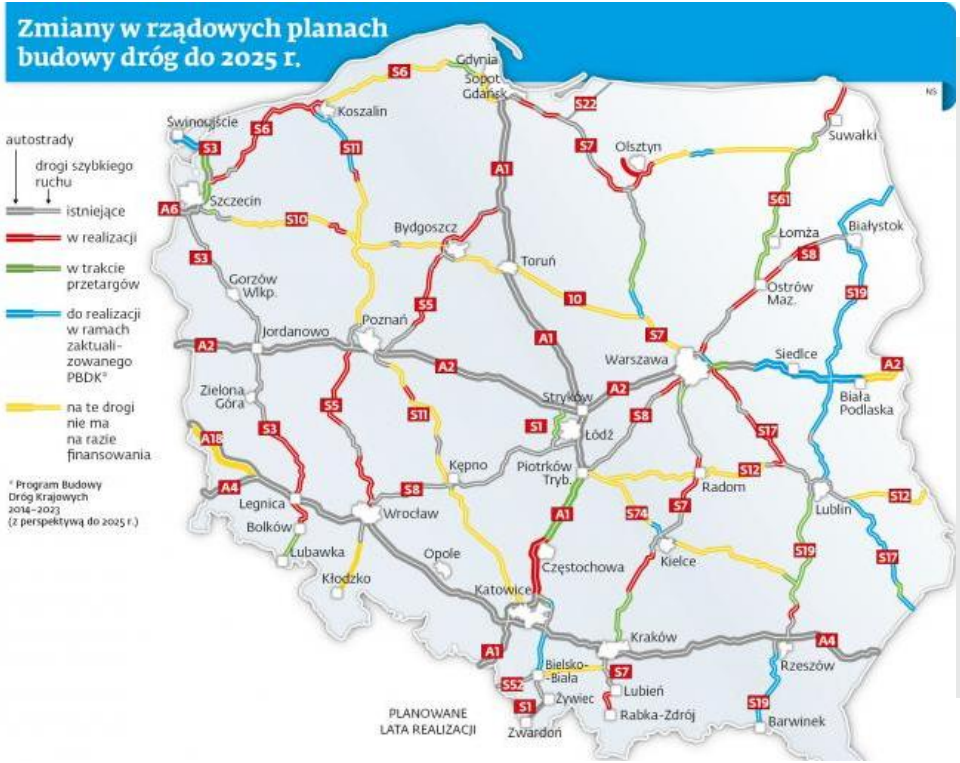
Beton materiałem przyszłości



- Ostatnie dziesięciolecia to czas bardzo intensywnego rozwoju technologii betonu
- W budownictwie drogowym i mostowym betony nowej generacji pozwalają na rozwiązania dotychczas nieosiągalne
- Współczesny beton wyprodukowany w oparciu o najnowsze technologie z sukcesem konkuruje ze stalą i wypiera stal z budownictwa mostowego
- Beton jako tworzywo konstrukcyjne spełnia wymagania zrównoważonego rozwoju

Źródło: Historia Rozwoju Możliwości Wytrzymałościowych Betonu (prof. Lech Czarnecki)

Drogi betonowe – 36% budowanych w Perspektywie 2014-20

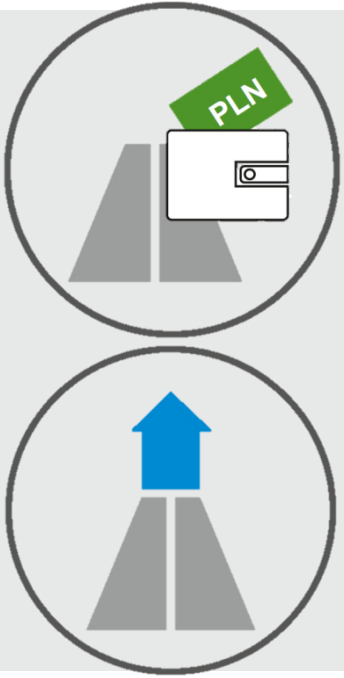


Źródło: Dziennik Gazeta Prawna

- **Autostrady i drogi ekspresowe:**
  - Wybudowane: 700km
  - W budowie: 800km
  - W sumie 1500km na kluczowych drogach
    A1, A2, A4, S8, S7, S5, S17, POW
- **Lotniska, place składowe, drogi przemysłowe, mosty**
  - Dominacja betonu
- **Drogi lokalne**
  - Około 1500 km w Polsce

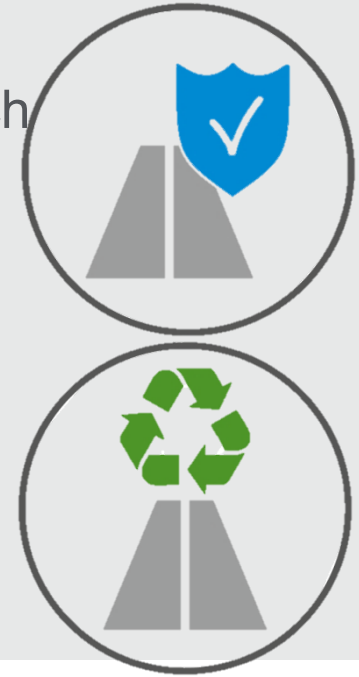
Zalety dróg betonowych (1)

- Wysoka trwałość (przeciętnie 2,5 – 3,5 razy większa niż asfaltowych)
- Niskie nakłady finansowe na remonty
- Odporność na zjawiska atmosferyczne
- Mniejsze opory toczenia na drodze betonowej pociągają za sobą mniejsze zużycie paliwa (5-10%)



Zalety dróg betonowych (2)

- Większe bezpieczeństwo związane z:
  - jasnością nawierzchni co daje lepszą widoczność w złych warunkach atmosferycznych i niższe koszty oświetlenia nawierzchni betonowej
  - krótszą droga hamowania pojazdu na nawierzchni betonowej w porównaniu z asfaltową
- Wykorzystanie surowców lokalnych do budowy dróg betonowych



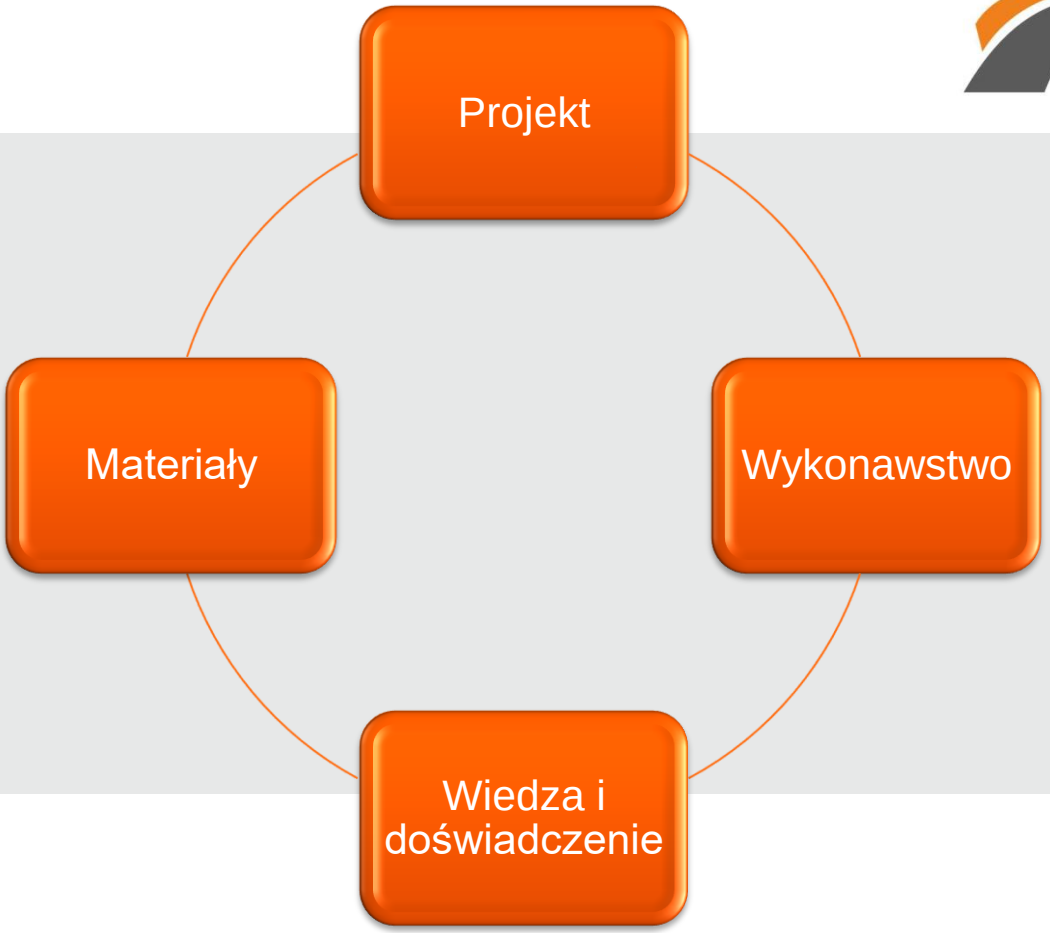
Inwestycje w trwałe drogi

- Pozwalają na rozwój kraju, województwa, gminy
- Przyciągają inwestycje i tworzą nowe miejsca pracy
- Są krwioobiegiem gospodarki
- Pieniądze optymalnie zainwestowane
- Stanowią wizytówkę działalności samorządu
- Podstawowe inwestycje w każdej gminie
- Powodują codzienne zadowolenie mieszkańców

Nowe Prawo Zamówień Publicznych

- Wspiera innowacyjne rozwiązania oraz zrównoważony rozwój
- Umożliwia branie pod uwagę kosztu w całym cyklu życia inwestycji
- Daje szerokie możliwości dopasowywania wymagań do rzeczywistych potrzeb zamawiającego
- Zwraca uwagę na kryteria pozakosztowe: m. in. jakość, aspekty społeczne, środowiskowe
- Zmniejsza radykalnie znaczenie początkowej ceny budowy

Trwałe nawierzchnie betonowe

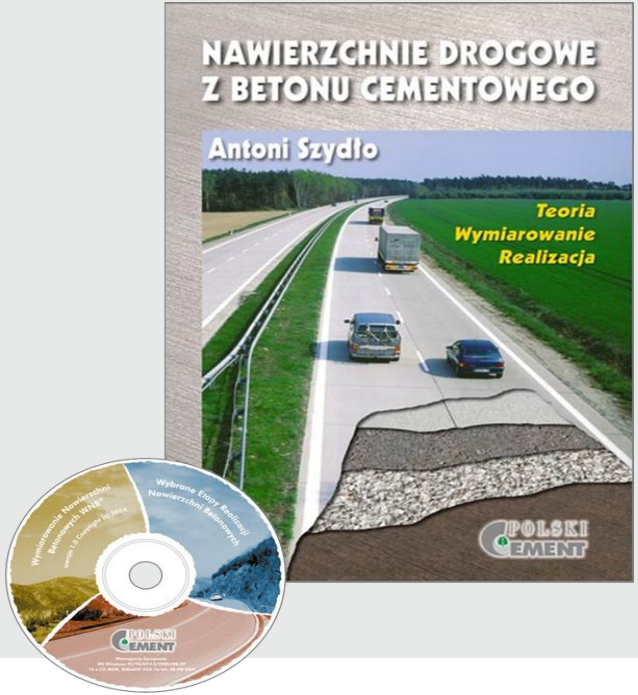


Publikacje

Poradniki i broszury informacyjne, kwartalnik BTA

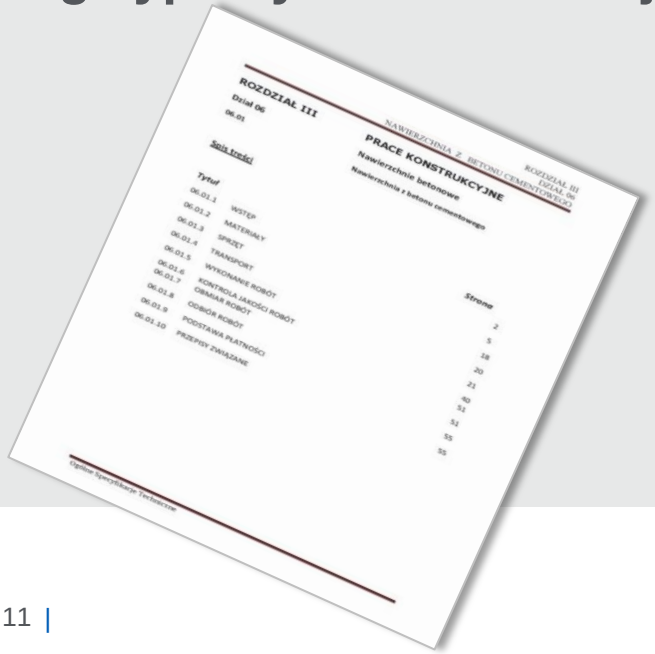
Publikacje

Książka: Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego (2004 rok)



Nowe dokumenty techniczne

- Ogólne Specyfikacje Techniczne GDDKiA „Nawierzchnie betonowe”
- Katalog Typowych Konstrukcji Sztywnych


ROZDZIAŁ III
Dział 06
06.01

NAWIERZCHNIA Z BETONU CEMENTOWEGO

ROZDZIAŁ III
DZIAŁ 06

PRACE KONSTRUKCYJNE
Nawierzchnie betonowe
Nawierzchnia z betonu cementowego

Spis treści

Tytuł | Strona
06.01.1 WSTĘP 2
06.01.2 MATERIAŁY 5
06.01.3 SPRZĘT 18
06.01.4 TRANSPORT 20
06.01.5 WYKONANIE ROBÓT 21
06.01.6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT 40
06.01.7 OBMIAR ROBÓT 51
06.01.8 ODBIÓR ROBÓT 51
06.01.9 PODSTAWA PŁATNOŚCI 55
06.01.10 PRZEPISY ZWIĄZANE 55

Ogólne Specyfikacje Techniczne

Politechnika Wrocławska

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

KATALOG
TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI SZTYWNYCH

Wrocław, Warszawa, 2014

Nawierzchnie Betonowe

CEMENT

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 ≤ 28,0% wytrzymałość po 2 dniach ≤ 29,0 MPa początek wiązania ≥ 120 minut zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,80	KR5÷KR7
	Cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,80	
	cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 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_2O_{eq} ≤ 0,80	KR1÷KR7

Nawierzchnie Betonowe
CEMENT 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 ≤ 28,0% wytrzym. po 2 dniach ≤ 29,0 MPa stopień zmielenia ≤ 3500 cm^2/g początek wiązania ≥ 120 minut zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,80	KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki CEM I 42,5	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,80	KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S		KR1 ÷ KR7
	Cement portlandzki wapienny CEM II/A-LL		KR1 ÷ KR3
	Cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 1,20	KR1 ÷ KR3
	Cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,90	KR1 ÷ KR7
	Cem. portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V)	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 1,20	KR1 ÷ KR3
	Cem. portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL)	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 0,80	KR1 ÷ KR4
	Cement hutniczy CEM III/A	zawartość alkaliów Na_2O_{eq} ≤ 1,05	KR1 ÷ KR4

Kruszywa zgodne z normą PN-EN 12620

Reaktywność alkaliczno - krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46 „0”

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 %.

Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu		
	Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna warstwa nawierzchni (GWN), Naw. jednowarstw. (JWN) KR3÷KR4	Górna warstwa nawierzchni z odkrytym kruszywem (GWN) KR 5÷KR7
Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	PSV Deklarowana (nie mniej niż 48)	PSV_{50}	PSV Deklarowana (nie mniej niż 53)

Nawierzchnie Betonowe

BETON

Właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	± 3,0 %	PN-EN 12390-7
Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1, nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	 C30/37 C35/45	PN-EN 12390-3
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28dniu (2) twardnienia (średnia z trzech próbek),nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	 4,0 5,5	PN-EN 12390-5
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu(2) twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych) , nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	 2,5 3,5	PN-EN 12390-6
Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2 (dla GWN oraz JWN), nie niższa niż: - dla betonów w klasie ekspozycji XF3 - dla betonów w klasie ekspozycji XF4	 FT1 FT2	PKN-CEN/TS EN 12390-9
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	 ≥ 1,5 ≤ 0,250 ≤ 0,200	PN-EN 480-11
Odporność na wnikanie benzyny i oleju	≤ 30 mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
Mrozoodporność F150, przy badaniu metodą bezpośrednią (dla DWN) - ubytek masy próbki, nie więcej niż, %	 5	PN-B-06250

Nawierzchnie betonowe

Porównanie technologii

Część doświadczalna

Materiały użyte do przeprowadzenia badań:

- cementy Grupa Ożarów S.A.: CEM I 42,5R, CEM I 42,5N SR3/NA,
- kruszywa: granitowe, dolomitowe, gabro, piasek naturalny płukany,
- domieszki chemiczne SIKA
- woda wodociągowa

Zakres przeprowadzonych badań:

- badania świeżej mieszanki betonowej,
- badanie wytrzymałości …,
- mrozoodporność
- charakterystyka porów powietrznych w stwardniałym betonie,

Składy mieszanek betonowych

	Skład [kg/m³]	Skład [kg/m³]
CEM I 42,5R Ożarów	370	
CEM I 42,5N-SR3/NA Rejowiec		370
w/c	0,36	0,36
Kruszywo 0/22	1820 – 1971*	
Sikament 500/30	0,55 – 0,67% m.c.*	
AER PRO 3-V5	0,45 – 0,52% m.c.*	
* w zależności od rodzaju użytego cementu i kruszywa		

Beton nawierzchniowy wyniki

Oznaczenie serii		Z1	Z1.1	Z2	Z2.1	Z3	Z3.1
Rodzaj użytego kruszywa grubego		Dolomit		Gabro		Granit	
Rodzaj użytego cementu		CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA
Konsystencja m.b. (stopień zagęszczalności)	20`	1,28	1,26	1,30	1,29	1,29	1,27
Zawartość powietrza [%]	20`	4,9	4,9	5,1	5,2	5,0	5,4
Wytrzymałość na ściskanie [N/mm^2]	fc2	28,2	23,7	27,1	23,5	26,4	20,1
	fc7	48,2	40,5	43,6	38,9	52,4	38,8
	fc28	53,6	49,5	52,2	50,2	54,7	49,8
	fc56	56,1	51	55,8	52,2	58,9	52,1
Wytrzymałość na zginanie [N/mm^2]	fc28	6,2	4,8	6,2	4,9	5,6	4,8
Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu [N/mm^2]	fc28	3,8	3,6	3,9	3,6	4,1	3,7

Beton nawierzchniowy wyniki

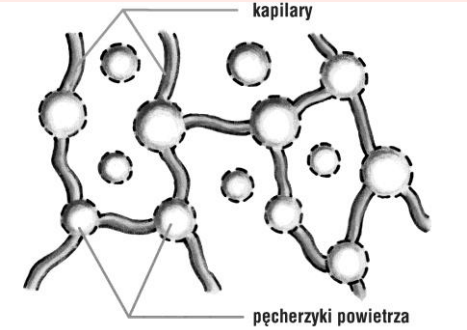
Oznaczenie serii		Z1	Z1.1	Z2	Z2.1	Z3	Z3.1
Rodzaj użytego kruszywa grubego		Dolomit		Gabro		Granit	
Rodzaj użytego cementu		CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA
Mrozoodporność po 200 cyklach – ubytek masy %	56 dni	0,93	0,95	0,66	0,72	0,87	0,97
Mrozoodporność po 200 cyklach – spadek wytrzymałości %	56 dni	1,7	1,9	1,7	1,8	1,9	2
Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2	28 dni	FT2	FT2	FT2	FT2	FT2	FT2
Wodoszczelność/stopień penetracji [mm]	28 dni	26	26	22	24	23	24

Kategoria	Ubytek masy po 28 cyklach (m28)	Ubytek masy po 56 cyklach (m56)	Stopień ubytku m56/m28
FT0	Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań
FT1	m śr. ≤ 1,0 [kg/m^2] m < 1,5 [kg/m^2]	Brak wymagań	Brak wymagań
FT2	m śr. ≤ 0,5 [kg/m^2]	m śr. ≤ 1,0 [kg/m^2] m < 1,5 [kg/m^2]	≤ 2

Beton nawierzchniowy wyniki

Oznaczenie serii		Z1	Z1.1	Z2	Z2.1	Z3	Z3.1
Rodzaj użytego kruszywa grubego		Dolomit		Gabro		Granit	
Rodzaj użytego cementu		CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA	CEM I 42,5R	CEM I 42,5N-SR3/NA
Charakterystyka porów powietrznych w betonie	$\bar{L}$ [mm]	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07
	A [%]	5,9	5,5	5	5,9	5,4	5,9
	A_{300} [%]	4,05	3,47	3,09	4,71	4,15	3,83

$\bar{L}$ - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, wymagane ≤ 0,200 [mm]
A_{300} - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 [mm] wymagane ≥ 1,5[%]
A – całkowita zawartość powietrza



Konkluzje

- Beton doskonałym materiałem na nawierzchnie dróg i placów
- Ekonomiczne uzasadnienie do stosowania tej technologii na drogach
- Wieloletnie zagraniczne doświadczenia pokazują niezawodność i długowieczność nawierzchni betonowych
- Nowe Prawo Zamówień Publicznych wyraźnie wskazuje na konieczność kompleksowego podejścia dotyczącego kryteriów
- **Cement Ożarów jest przygotowany na nadchodzące wyzwania w budownictwie drogowym**