

# Autostradowa nawierzchnia betonowa o niskim śladzie węglowym

Piotr Molenda  
Krzysztof Zadrożny

Kraków, 23 października 2024

IV FORUM: **BETON** W DROGOWNICTWIE





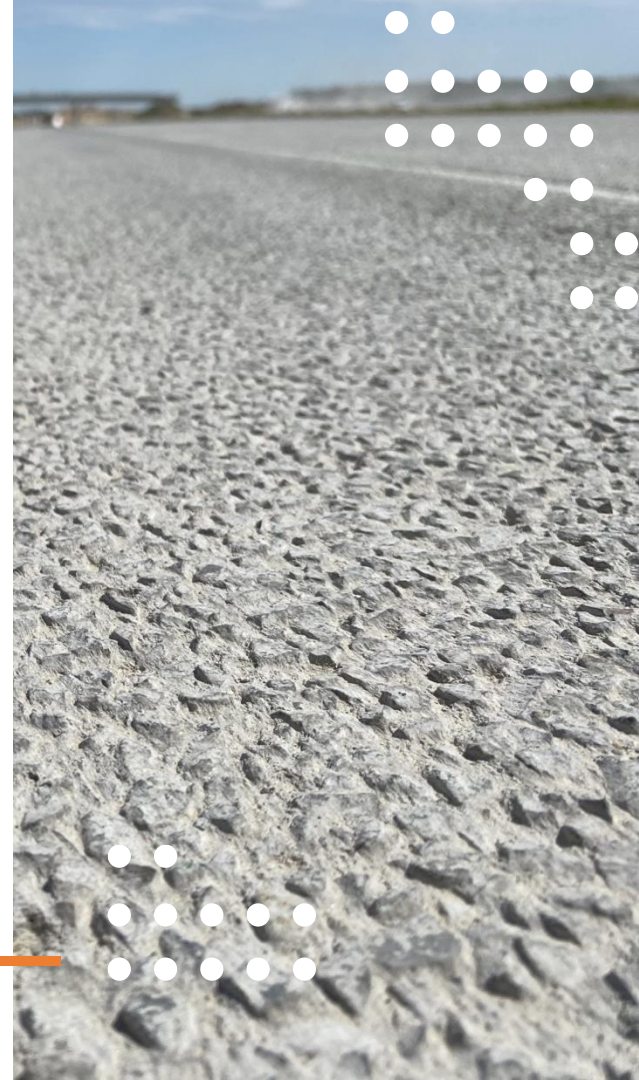
### **Piotr Molenda**

Kierownik Laboratorium Betonu  
Dział Doradztwa Technicznego i Rozwoju



### **Krzysztof Zadrozny**

Dyrektor Techniczny Oddziału  
Dyrekcja Autostrad i Dużych Projektów PE/ Oddz. GG



# RZECZY NIEMOŻLIWE

*robimy od ręki*



**NA CUDA TRZEBA**  
*chwilę poczekać*

Kraków, 23 października 2024

IV FORUM: **BETON** W DROGOWNICTWIE

 **Cement Ożarów**  
A CRH COMPANY

**STRABAG**

# Zacznijmy od początku



## Projekt i budowa autostrady A2 na odcinku Siedlce Zachód – Malinowiec



**699,8 mln PLN brutto**  
wartość kontraktu



**18,7 km**  
2 pasy na każdej jezdni z rezerwą  
terenu pod 3. pas



**Węzeł autostradowy  
Borki**



**2 miejsca obsługi  
podróżnych**  
oraz 1 obwód utrzymania autostrady



# Informacje o inwestycji



**Zamawiający:** Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad



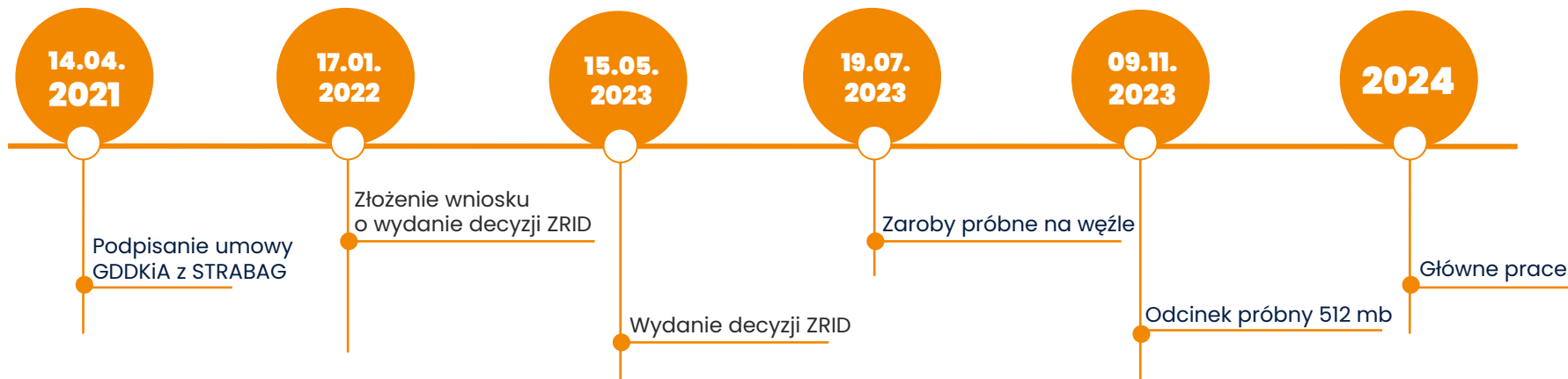
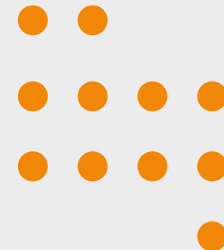
**Generalny wykonawca:** STRABAG Sp. z o.o.



**Producent betonu:** STRABAG Sp. z o.o.



**Dostawca cementu:** Cement Ożarów S.A.





Klasa drogi: A

Szerokość: 11 m

Grubość GWB: 5 cm

Grubość DWB: 22 cm

Geowłóknina

Stabilizacja C8/10: 18 cm



**PODBUDOWA C8/10  
NA ZAWODOWY CEM II/B-M (V-LL) 32,5 R**



# ZAWODOWY

czyli kompletny

**CEM II/B-M(V-LL) 32,5 R**



## NAWIERZCHNIA BETONOWA – JASNY CEM II/B-S 42,5 R-NA



# JASNY

## czyli precyzyjny

**CEM II/B-S 42,5 R-NA**



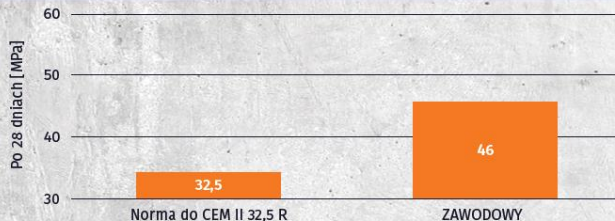
# Parametry cementów

ZAWODOWY



## PARAMETRY CEMENTU

Wytrzymałość na ściskanie badana zgodnie z normą PN-EN 196-1



PARAMETRY MECHANICZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] po 2 dniach po 28 dniach	$\geq 10$ $\geq 32,5 \leq 52,5$	21,3 46

PARAMETRY CHEMICZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Zawartość siarczanów SO <sub>3</sub> [%] Zawartość chlorków Cl <sup>-</sup> [%]	$\leq 3,5$ $\leq 0,10$	2,80 0,03

PARAMETRY FIZYCZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Początek czasu wiązania [min] Statość objętości [mm] Powierzchnia właściwa [cm <sup>2</sup> /g]	$\geq 75$ $\leq 10$ brak wymagań	221 0,0 4400

JASNY

## PARAMETRY CEMENTU:

Wytrzymałość na ściskanie badana zgodnie z normą PN-EN 196-1

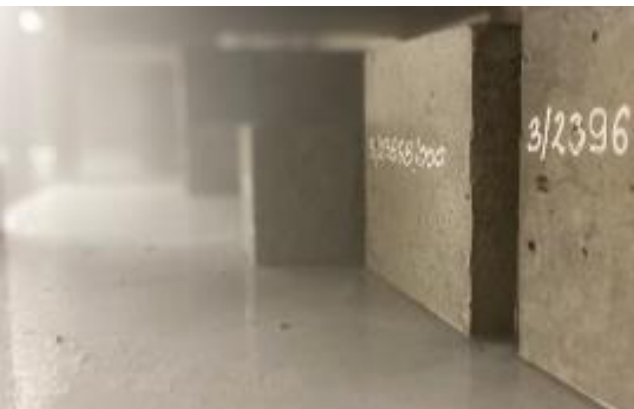


PARAMETRY MECHANICZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] po 2 dniach po 28 dniach	$\geq 20$ $\geq 42,5 \leq 62,5$	22,8 56,2

PARAMETRY CHEMICZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Zawartość siarczanów SO <sub>3</sub> [%] Zawartość chlorków Cl <sup>-</sup> [%] Zawartość alkaliów Na <sub>2</sub> O <sub>eq</sub> [%]	$\leq 4,0$ $\leq 0,10$ $\leq 0,80$	2,86 0,03 0,60

PARAMETRY FIZYCZNE	WYMAGANIA NORMY	OSIĄGANE ŚREDNIE WARTOŚCI
Początek czasu wiązania [min] Statość objętości [mm] Powierzchnia właściwa [cm <sup>2</sup> /g]	$\geq 60$ $\leq 10$ brak wymagań	256 0,4 4817

# Wymagania dla betonu nawierzchniowego kategoria ruchu KR5-KR7



Klasa wytrzymałości na ściskanie: C35/45

Wytrzymałość betonu na zginanie: 5,5 MPa

Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu: 3,5 MPa

Charakterystyka porów powietrznych w betonie:

- ✓ Zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3mm (A300):  $\geq 1,5\%$
- ✓ Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L:  $\leq 0,200\text{mm}$

Odporność na wnikanie benzyny i oleju:  $\leq 30\text{mm}$

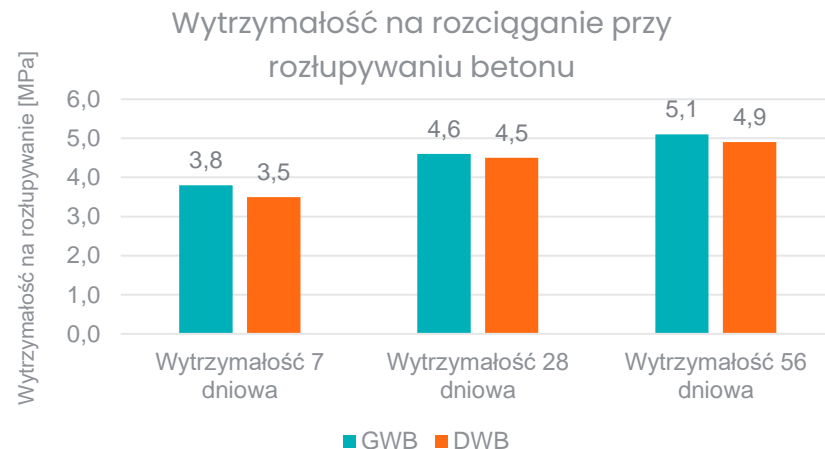
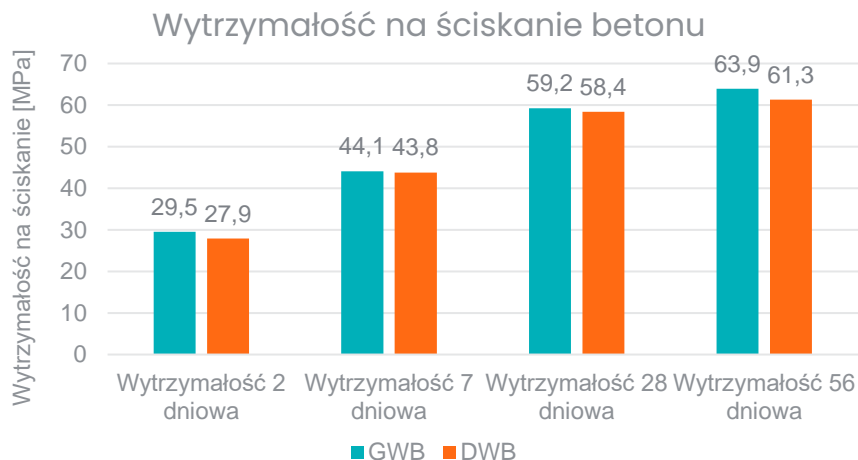
Kategoria mrozoodporności z udziałem soli odładzających dla GWB: FT2

Mrozoodporność FI50, przy badaniu odporności betonu na działanie mrozu dla DWB:

- ✓ Brak spękań
- ✓ Ubytek masy próbki, nie więcej niż 5%
- ✓ Spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż 20%

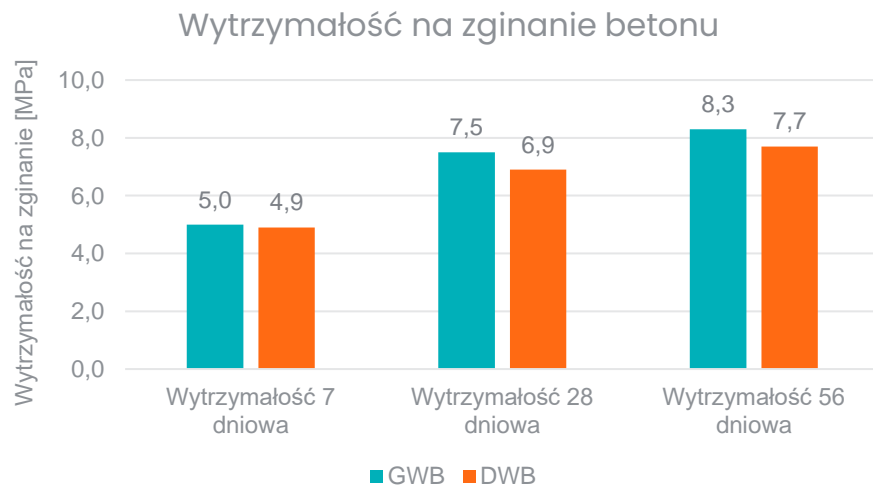


# Parametry wytrzymałościowe betonu





# Parametry wytrzymałościowe betonu



# Parametry trwałościowe oraz rozkład porów w betonie



## Charakterystyka porów powietrznych w betonie

GWB

Zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3mm (A300): 2,05%

Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L: 0,075 mm

DWB

Zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3mm (A300): 1,70%

Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L: 0,080 mm



## Mrozoodporność zwykła F150 dla DWB

BRAK SPĘKAŃ

SPADEK MASY – 0,0%

SPADEK WYTRZYMAŁOŚCI – 2,2%



## Mrozoodporność w obecności środków odladzających FT2 dla GWB

MASA ZŁUSZCZENIA PO 28 DNIACH – 0,0 kg/m<sup>2</sup>

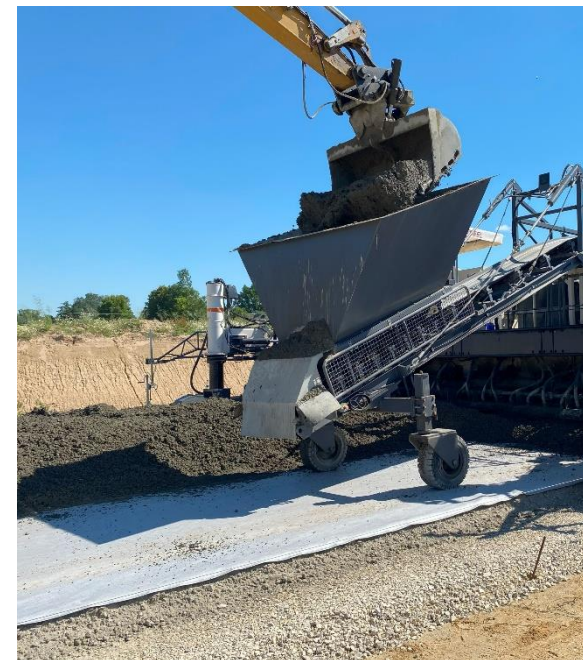
MASA ZŁUSZCZENIA PO 56 DNIACH – 0,0 kg/m<sup>2</sup>

# Ślad węglowy betonu dla fazy wyrobu A1-A3



## Cykl życia i fazy cyklu życia obiektów budowlanych według PN-EN 15804+A2:2020-03

Faza wyrobu			Faza wbudowania		Faza użytkowania							Faza końca cyklu życia				Poza cyklem życia
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Wydobycie i wytworzenie surowców	Transport surowców	Produkcja wyrobów	Transport	Wbudowanie	Użytkowanie	Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Renowacja	Zużycie energii	Zużycie wody	Rozbiórka	Transport	Utylizacja/ponowne użycie	Skladowanie	Ponowne wykorzystanie /Recykling





# Korzyści wykorzystania CEM II/B-S 42,5 R-NA w nawierzchni betonowej względem CEM I 42,5 R



Ograniczenie śladu węglowego



Poprawa trwałości konstrukcji



Poprawa widoczności związana z jaśniejszym kolorem nawierzchni



Redukcja efektu wyspy ciepła



Oszczędności kosztów i energii na oświetlenie dróg





# Dziękujemy za uwagę

Piotr Molenda  
Krzysztof Zadrożny

Kraków, 23 października 2024

IV FORUM: **BETON** W DROGOWNICTWIE

