

# WYBRANE METODY BADANIA REAKTYWNOŚCI ALKALICZNEJ KRUSZYW ORAZ ICH PRZYDATNOŚĆ W SYSTEMIE KLASYFIKACJI I OCENY ZGODNOŚCI KRUSZYWA DO BETONU

dr GRZEGORZ ADAMSKI, mgr KLAUDIA HERNIK



Instytut Ceramiki i  
Materiałów Budowlanych



Instytut Podstawowych Problemów Techniki  
Polskiej Akademii Nauk

II WSCHODNIE FORUM DROGOWE, „Kruszywo-cement-beton”,  
15-16 marca 2018, Suwałki

# Plan

1. Podsumowanie wyników metod badawczych stosowanych do klasyfikacji kruszyw. Porównanie metod;
2. Metody bezpośrednie pomiaru reaktywności jako podstawowe narzędzie klasyfikacji reaktywności kruszywa;
3. Propozycja systemu klasyfikacji kruszyw;
4. Co dalej?

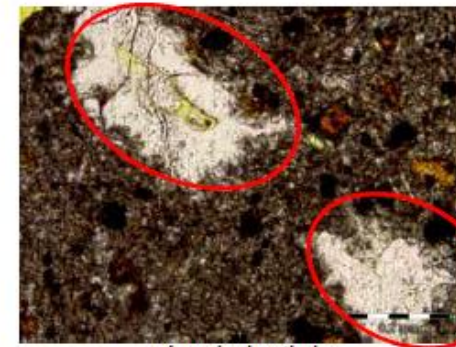
# Metody petrograficzne

AAR-1.1 – *Detection of Potential Alkali-Reactivity*  
– *Part 1: Petrographic Examination Method,*  
ASTMC 295 *Standard Guide for Petrographic*  
*Examination of Aggregates for Concrete*

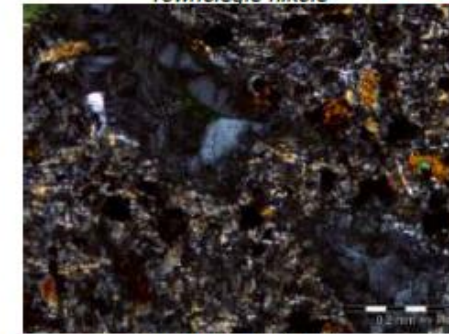
Metody do opisu i klasyfikacji kruszywa (S, C, SC)  
w trzech klasach:  
kruszywo najprawdopodobniej niereaktywne,  
kruszywo wątpliwie reaktywne,  
kruszywo bardzo prawdopodobnie reaktywne.



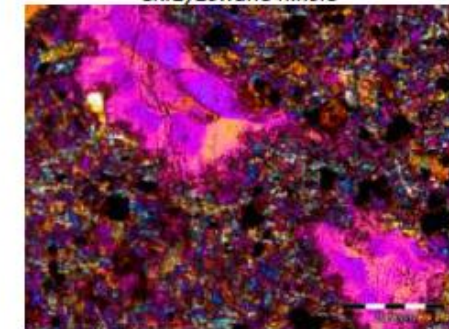
DOLOMIT



równoległe nikole



skrzyżowane nikole



skrzyżowane nikole z płytką gipsową

BAZALT

# Metody chemiczne

ASTM C 289, Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method) - metoda wycofana w 2016

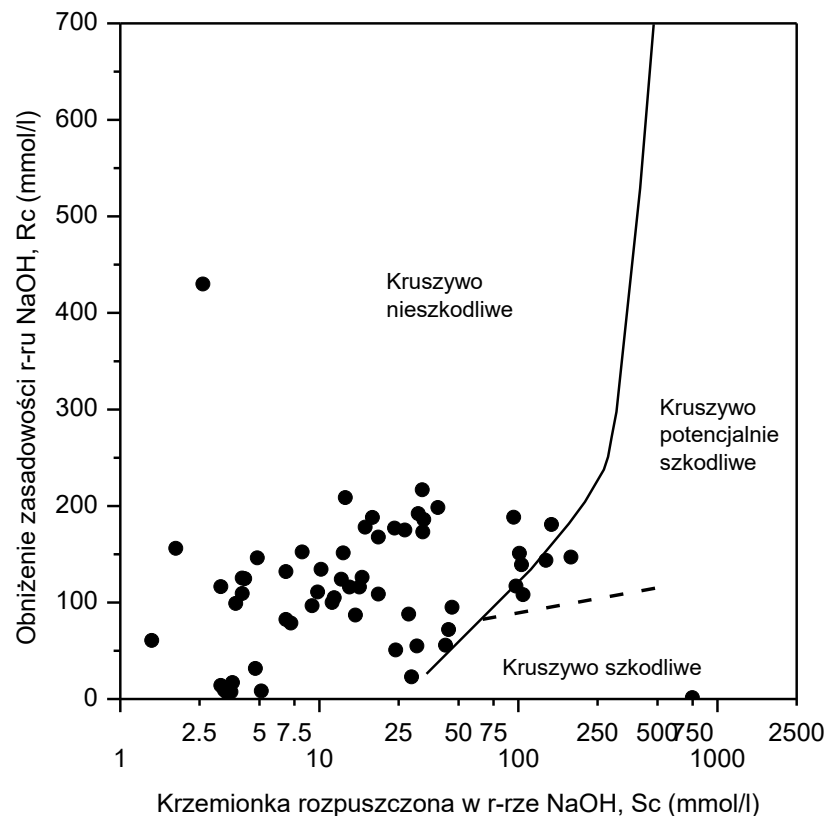
PN-B-06714-47:1988 "Kruszywa mineralne – Badania – Oznaczenie potencjalnej reaktywności alkalicznej – Oznaczenie zawartości krzemionki rozpuszczalnej w wodorotlenku sodowym (NaOH),,

...kruszywa ze żwirów polodowcowych klasyfikowane są jako nieszkodliwe...

PN-B-06714-46:1992 "Kruszywa mineralne – Badania – Oznaczenie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką,,

...90% kruszyw krajowych klasyfikowane jako nieszkodliwe

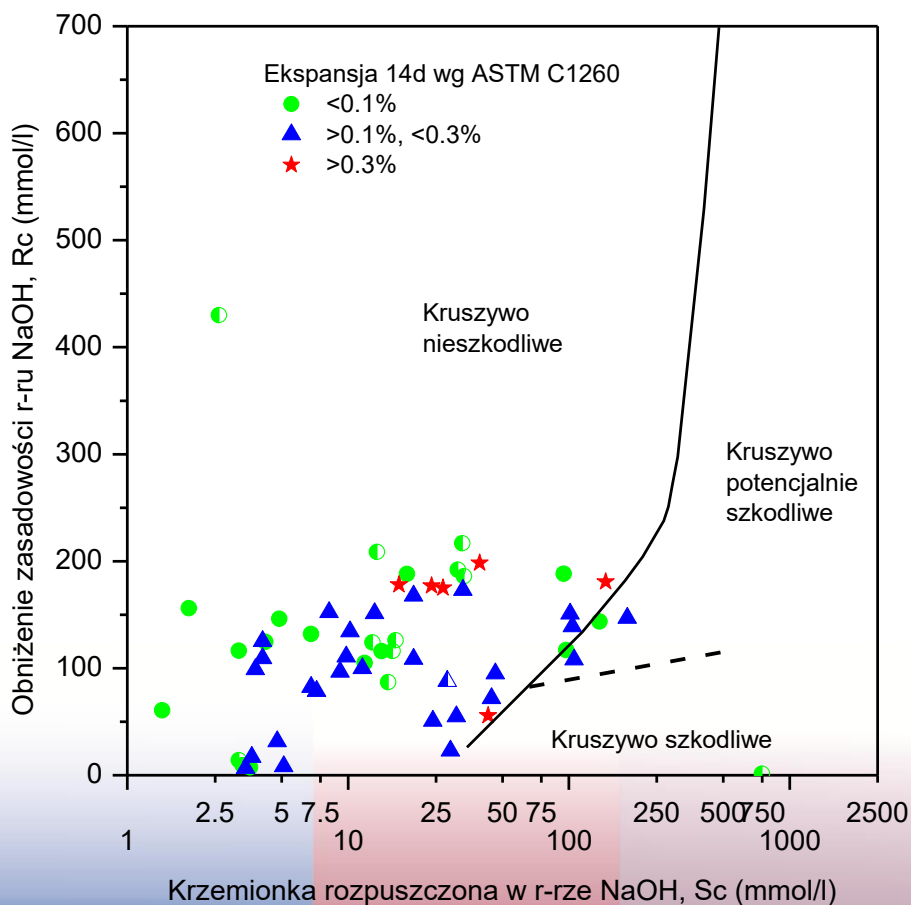
Naziemiec Z., Garbacik A., Adamski G.: *Reaktywność alkaliczna krajowych kruszyw*, 123-133 *Kruszywa Mineralne*, 2017



# Metoda bezpośrednia (AMBT)

ASTM C 1260, Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

RILEM AAR-2, Detection of Potential Alkali-Reactivity -Accelerated Mortar-Bar Test Method for Aggregates



Klasa reaktywności kruszywa	Opis	14-d ekspansja (%)
R0	niereaktywne	□ 0.1
R1	potencjalnie reaktywne	>0.10, □ 0.30
R2	bardzo reaktywne	>0.30, □ 0.45
R3	bardzo wysoce reaktywne	>0.45

„160”




30%

57%

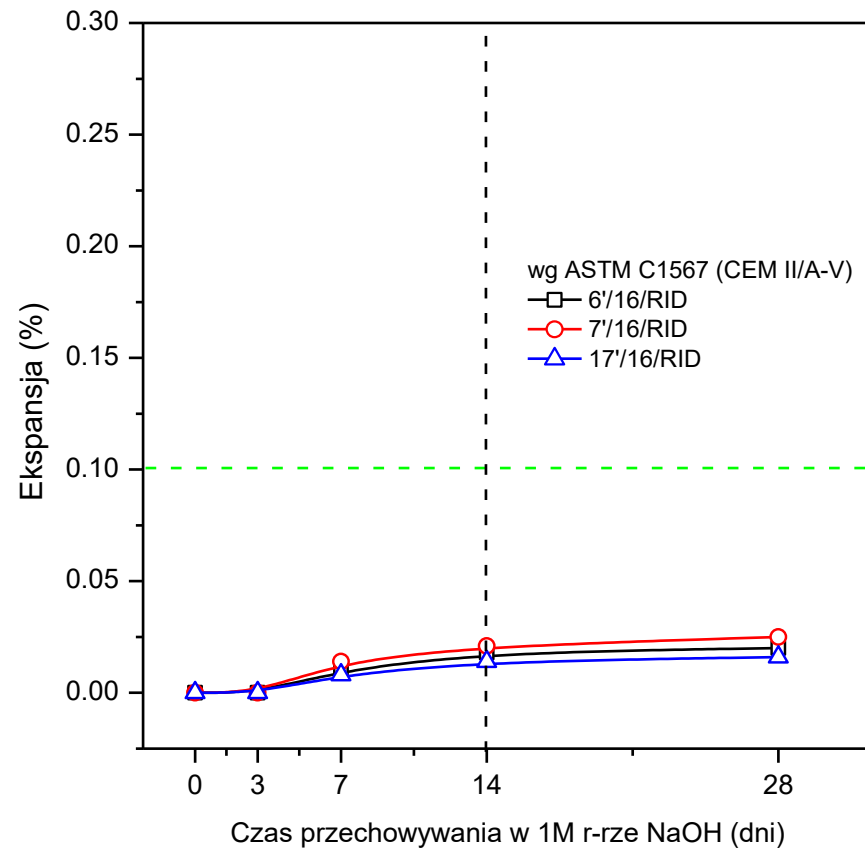
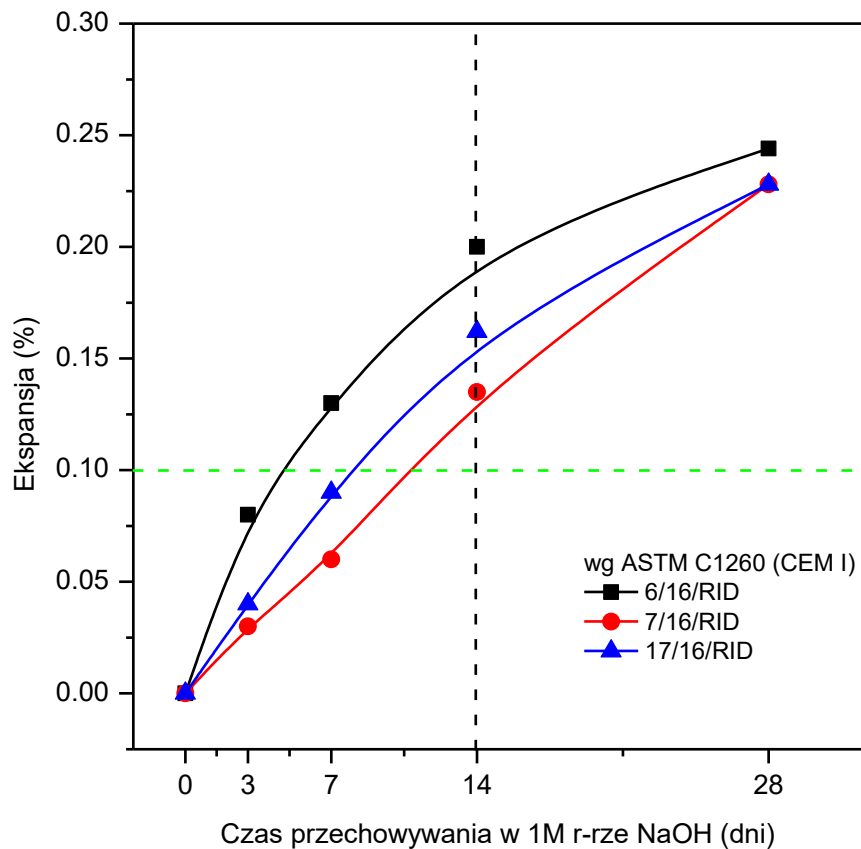
13%

0%

# Przydatność metod

- Metody chemiczne; większość krajowych kruszyw zidentyfikowana jako nieszkodliwe 
- Metoda petrograficzna; wskazuje jedynie możliwość wystąpienia reakcji alkalicznej kruszywa; identyfikuje kruszywa ze skał litych o uznanej odporności (bazalt, granit, porfir, wapień, dolomit) jako potencjalnie reaktywne; 
- Przyspieszona metoda bezpośrednia badania ekspansji zaprawy (*AMBT*) – różnicuje populację kruszyw krajowych pod względem reaktywności 

# Dodatkowe możliwości metody *AMBT*



$$E_t = E_0 (1 - \exp(-\lambda \cdot t))$$

$$R_e = \frac{(E_r - E_t)}{E_r} \times 100\%$$

# Wpływ $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ - rodzaj cementu

	CEM I 0,4% $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$		CEM I 0,6% $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$		CEM I 0,9% $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$		CEM I 1,2% $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$	
	$\varepsilon$ [%]							
	14 d	28 d	14 d	28 d	14 d	28 d	14 d	28 d
<b>I</b>	<b>0,097</b>	<b>0,211</b>	<b>0,063</b>	<b>0,132</b>	<b>0,09</b>	<b>0,191</b>	<b>0,11</b>	<b>0,213</b>
<b>II</b>	<b>0,291</b>	<b>0,479</b>	<b>0,198</b>	<b>0,351</b>	<b>0,290</b>	<b>0,52</b>	<b>0,254</b>	<b>0,448</b>

W badaniach powinien być stosowany CEM I o maksymalnej wartości  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  dostępny na krajowym rynku;

O postępie reakcji decydują alkalia dyfundujące z roztworu



# Zmienność $\varepsilon$ w czasie

Opis próbki		CEM I $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ 0,6%	
		$\varepsilon$ [%]	
		14d	28d
I	A	0,05	nb
	B	0,088	nb
	C	0,063	0,132
II	A	0,162	nb
	B	0,207	0,388
	C	0,198	0,351

Częstotliwość badań reaktywności w Wytycznych

# Klasyfikacja reaktywności kruszywa

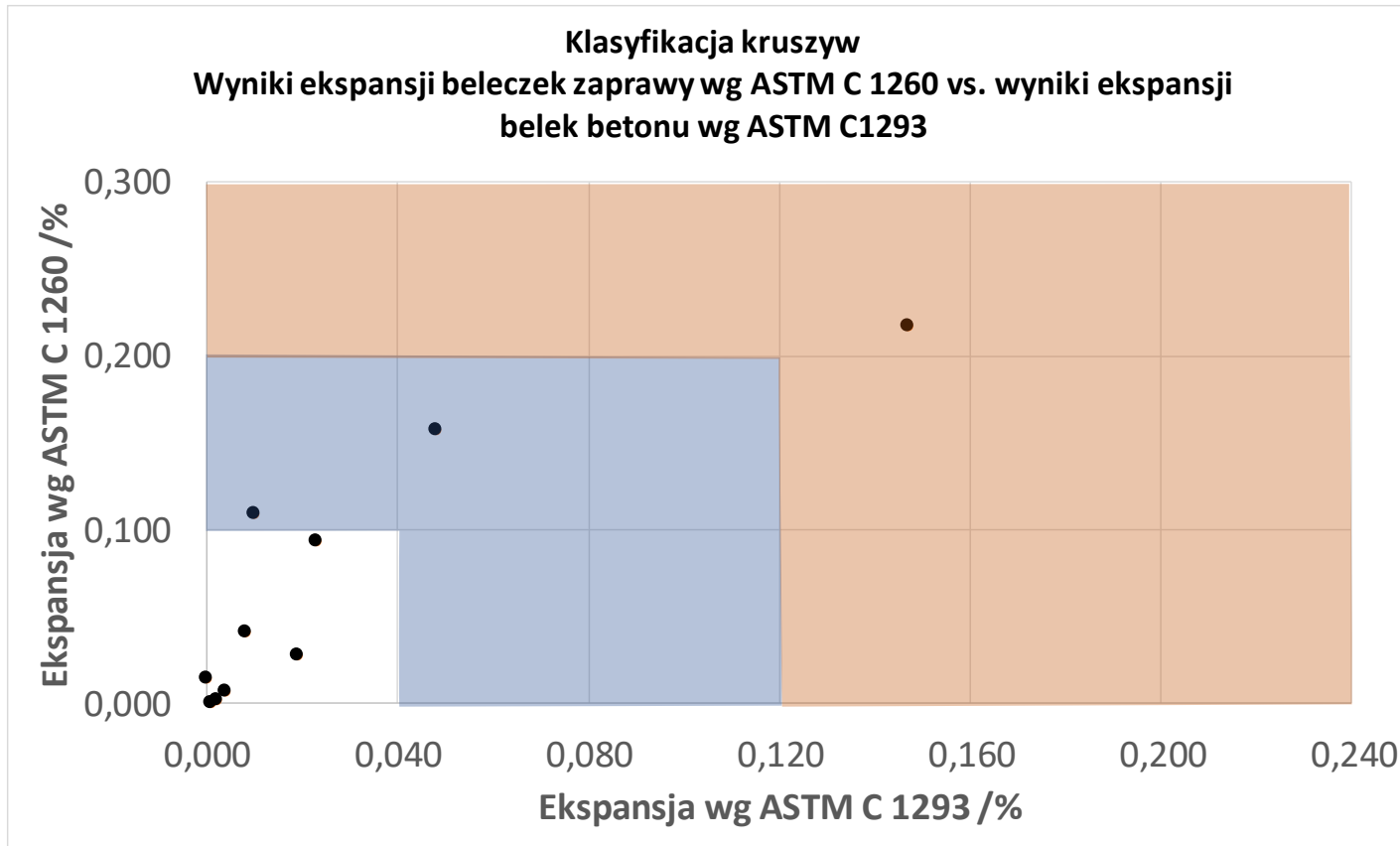
Średnia ekspansja beleczek kruszywa ( $E$ ), %		Klasyfikacja	Stopień reaktywności kruszywa
Czas przebywania w 1M NaOH w 80°C			
14 d	21d* 28d**		
$E < 0.10$	$E < 0.10^{**}$	Niereaktywne	R0
$E > 0.10$	$0.10 \leq E < 0.30\%^*$	Wolno reagujące	R?
0.10-0.30	--	Potencjalnie reaktywne	R1
$0.30 < E \leq 0.45$	--	Silnie reaktywne	R2
$E > 0.45$	--	Bardzo silnie reaktywne	R3

\* AS 1141.60.1:2014 Methods for sampling and testing aggregates Potential alkali-silica reactivity - Accelerated mortar bar method;

\*\*Wytyczne Amerykańskiej Federalnej Administracji Lotnictwa AC 150/5370-10G

**Krajowy system klasyfikacji kruszywa oparty o badanie bezpośrednio przyspieszoną metodą badania ekspansji zaprawy, przedłużone do 28 dni, z równoległe prowadzonymi badaniami z dodatkiem popiołu lotnego**

# ASTM C 1293 (9m!)



ASTM C1293, Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction

AAR-3—Detection of Potential Alkali-Reactivity—38 °C Test Method for Aggregate Combinations Using Concrete Prisms

# System oceny reaktywności kruszywa

## METODY BEZPOŚREDNIE

Przyśpieszona metoda badania ekspansji zaprawy, *AMBT*

R0

R1, R?

R2, R3

Długoterminowa metoda badania ekspansji belek betonu, *CPT*

zalecenia co do stosowania kruszywa

## METODY POŚREDNIE

Metoda petrograficzna,

opis kruszywa

# Co dalej?

W projekcie RID-I-37:

- Kontynuacja badań długoterminowych
- Analiza ekonomiczna efektywności proponowanych rozwiązań
- Wytyczne techniczne z podaniem procedur badawczych

Poza projektem:

- Krajowy atlas zniszczeń konstrukcji betonowych
- Archiwizacja wyników badań reaktywności alkalicznej kruszyw, katalog kruszyw drogowych, mapy do celów planistyczno-logistycznych, krajowe normy badania reaktywności alkalicznej kruszyw

# Zespół

- Albin Garbacik, Wiesław Kurdowski, Henryk Szelaąg, Paweł Pichniarczyk, Tomasz Baran, Klaudia Henik, Piotr Francuz, Mikołaj Ostrowski, Grzegorz Adamski, Zdzisław Naziemiec, Ewelina Pabiś, Piotr Fudalej, Dorota Pulit, Małgorzata Kasprzyk, Tomasz Grząbel;
- Michał A. Glinicki, Daria Józwiak- Niedźwiedzka, Karolina Gibas, Mariusz Dąbrowski, Maciej Sobczak

*Projekt RID-ASR, Reaktywność alkaliczna krajowych kruszyw, DZP/RID-I-37/6/NCBR/2016, realizowany w ramach I konkursu programu RID (ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH) współfinansowany jest przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad*



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**