

# Kruszywa węglanowe a wymagające konstrukcje betonowe, cz. 3

tekst: STOWARZYSZENIE PRZEMYSŁU WAPIENNICZEGO

Zapraszamy Państwa do zapoznania się z kolejnym artykułem z serii poświęconej tematyce zastosowania kruszyw wapiennych w betonie konstrukcyjnym. W tej części zostaną przedstawione wyniki badań i ocena właściwości kruszyw wapiennych w środowisku o wysokiej zawartości alkaliów.



Badania prowadzone były przez Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie w ramach projektu badawczego. Analizie poddano kruszywa grube wapienne pochodzenia kambryjskiego (zakład Wojcieszów) oraz dewońskiego (zakłady Miedzianka i Truskawica). Kruszywa te posłużyły do przygotowania betonów spełniających kryteria klasy wytrzymałości co najmniej C30/37 oraz klasy ekspozycji XF3 i XF4 według EN 206, co jest charakterystyczne dla konstrukcji pracujących w warunkach typowych dla obiektów mostowych.

W dwóch poprzednich artykułach przedstawione zostały właściwości badanych kruszyw wapiennych, które w największym stopniu kształtują trwałość betonów, a dodatkowo dokonano oceny mrozoodporności w obecności środków odladzających według EN 1367-6. Zaprezentowano też wyniki badań betonów wykonanych na bazie wyżej wymienionych kruszyw oraz przedstawiono wartości uzyskanych modułów sprężystości. Tym samym potwierdzono spełnienie przez nie kryteriów określonych przez GDDKiA dla analizowanych właściwości kruszyw, jak również zaprojektowanej mieszanki betonowej zgodnie z wymogami WWiORB M-13.02.00 v2 *Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich* (2019).

## Program badań reaktywności kruszyw

Mając na uwadze nacisk GDDKiA na wieloletnią trwałość obiektów inżynierskich w infrastrukturze drogowej, program badań uwzględnił rozszerzoną ocenę odporności kruszyw wapiennych na oddziaływanie środowiska alkalicznego. Kruszywa poddano

ocenie potencjalnej reaktywności alkalicznej według PN-B-06714-46, ocenie petrograficznej uwzględnionej następnie w procedurze GDDKiA PB/3/18 z analizą składu chemicznego kruszyw, reaktywności alkalicznej metodą przyspieszoną według procedury GDDKiA PB/1/18 oraz długoterminową według procedury GDDKiA PB/2/18 zarówno w zakresie reakcji alkalia – krzemionka, jak i alkalia – węglany (badania według procedury PB/2/18 zlecono Laboratorium Surowców i Wyrobów Budowlanych Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego – Sieć Badawcza Łukasiewicz). Badania długoterminowe, którym poddano jedynie frakcje 8/16 mm (jako potencjalnie w większym stopniu narażone na zmiany destrukcyjne betonu wskutek reakcji ACR), poprzedzono oceną reaktywności alkalia – węglany z wykorzystaniem powiązanych ze sobą procedur RILEM AAR-2.2 i AAR-5. Do wszystkich badań pozyskiwano cementy spełniające kryteria składu i cech fizycznych wskazane w odpowiednich normach lub procedurach badawczych.

## Odporność kruszyw wapiennych na oddziaływanie środowiska alkalicznego na podstawie uzyskanych wyników badań

Przeprowadzona ocena petrograficzna kruszyw powiązana z ich analizą chemiczną w zakresie pierwiastków związanych z potencjalnymi składnikami zanieczyszczającymi w stosunku do węgla wapnia wykazała w przypadku każdego kruszywa występowanie minerałów uznawanych za reaktywne w środowisku alkalicznym. Potencjalne zagrożenie ze strony kruszyw węglanowych reakcją alkalia – kruszywo spowodowało konieczność przeprowadzenia badań, które w sposób bardziej bezpośredni mogłyby pozwolić na weryfikację jego właściwości w tym zakresie.

Kruszywa wszystkich frakcji poddano ocenie potencjalnej reaktywności alkalicznej z wykorzystaniem procedury zawartej w PN-B-06714-46. Wszystkie uzyskane wyniki badań w postaci procentowego ubytku mas próbek kruszyw poddanych oddziaływaniu cztero- lub 10-procentowego roztworu NaOH są mniejsze niż 0,5%, co według kryteriów stosowanych dla tej procedury pozwala na klasyfikację poddanych ocenie kruszyw wapiennych jako kruszywa niereaktywne.

Ponieważ norma PN-B-06714-46 została już wycofana z użytku, ocenę reaktywności rozszerzono o nowsze procedury

Tab. 1. Wyniki badań reaktywności kruszyw wapiennych metodami przyspieszonymi oceny ASR i ACR

Rodzaj oznaczenia	Charakter wyniku po 14 dniach	Wynik pomiaru dla kruszywa			Kryterium dla kruszyw niereaktywnych	
		Miedzianka	Truskawica	Wojcieszów		
ASR według GDDKiA PB/1/18 (ASTM C1260) powierzchnia próbek	zmiany liniowe, $r_{a,śr}$ %	0,03	-0,03	0,02	≤ 0,10%	
	brak zmian	brak zmian	brak zmian			
	Wynik oceny	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]		
ACR według RILEM	AAR-2.2	zmiany liniowe, $r_{a,śr}$ %	0,02	0,00	0,06	AAR-2 < 0,08% i AAR-5 < AAR-2
		powierzchnia próbek	brak zmian	brak zmian	biały osad	
	AAR-5	zmiany liniowe, $r_{a,śr}$ %	0,04	0,02	0,04	
		powierzchnia próbek	biały osad	biały osad	biały osad	
	Wynik oceny	wymaga badań długoterminowych	wymaga badań długoterminowych	brak podatności na reakcję ACR		

inspirowane normami ASTM oraz procedurami RILEM. Uzyskane wyniki badań kruszyw frakcji 8/16 mm metodami przyspieszonymi w zakresie reakcji alkalia – krzemionka oraz alkalia – węglany z wykorzystaniem procedury GDDKiA PB/1/18 wzorowanej na ASTM C1260 (reaktywność ASR) oraz pary procedur RILEM AAR-2.2 i AAR-5 (reaktywność ACR) przedstawiono w tabeli 1.

Prezentowane wyniki dotyczą badań ekspozycji odpowiednio przygotowanych próbek przez 14 dni w 1 M roztworze NaOH w temperaturze 80 °C. Uzyskane wyniki wykazały, że wszystkie analizowane kruszywa wapienne powinny być klasyfikowane w zakresie reakcji ASR jako niereaktywne w związku z uzyskaniem wyników badań zmian liniowych (ekspansji) mniejszych niż 0,10%. Wyniki badań w zakresie, jak można określić, potencjalnej reaktywności ACR na podstawie badań według procedur RILEM nie pozwoliły na jednoznaczne wykazanie braku reakcji ACR, bowiem nie zostało spełnione kryterium zmian liniowych dla wyników z obu procedur, tj. AAR-5 < AAR-2.2. Stąd też konieczność dokonania oceny reaktywności ACR metodą długoterminową.

Wyniki końcowych badań kruszyw wapiennych frakcji 8/16 mm metodami długoterminowymi w zakresie reaktywności ACR oraz ASR po 365 dniach ekspozycji zaprezentowano w tabeli 2. Badania długoterminowe przeprowadzono dla wszystkich trzech rodzajów kruszyw zgodnie z kryteriami wskazanymi w WWiORB M-13.02.00 v2 *Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich* (2019). Na podstawie uzyskanych wyników badań zmian liniowych o wielkościach

poniżej 0,03% możemy jednoznacznie stwierdzić, że kruszywa frakcji 8/16 mm pochodzące ze wszystkich trzech wymienionych wyżej zakładów należy uznać za niepodatne na reakcję ACR (alkalia – krzemionka). W związku z uzyskaniem wyników o wartościach mniejszych niż 0,04% według procedury badawczej GDDKiA PB/2/18 stwierdza się również, że są one niereaktywne w zakresie ASR (alkalia – węglany).

## Podsumowanie

Badane kruszywa wapienne frakcji 8/16 mm poddane ocenie trwałości w środowisku alkalicznym metodą przyspieszoną oraz długoterminową wskazaną w procedurach GDDKiA PB/1/18 oraz PB/2/18 spełniają kryterium kategorii R0 – niereaktywne w zakresie reakcji alkalia – krzemionka ASR, jak również wykazują brak podatności na reakcję alkalia – węglany ACR. Uzyskane wyniki badań kruszyw oraz zaprojektowanego na ich bazie betonu potwierdzają zgodność z wymogami *Wytycznych technicznych klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich* (GDDKiA, 2019). Liczne obiekty referencyjne dowodzą, że badane kruszywa są z powodzeniem stosowane w infrastrukturze drogowej do wykonywania odpowiedzialnych konstrukcji inżynierskich, w tym betonów mostowych i nawierzchniowych.

[www.wapno-info.pl](http://www.wapno-info.pl)



Czytaj więcej

Tab. 2. Końcowe wyniki badań reaktywności kruszyw wapiennych metodami długoterminowymi w zakresie ASR i ACR

Rodzaj oznaczenia	Charakter wyniku	Wynik pomiaru dla kruszywa			Kryterium dla kruszyw niereaktywnych
		Miedzianka	Truskawica	Wojcieszów	
ASR według GDDKiA PB/2/18	zmiany liniowe, $L_{365}$ %	0,000	0,000	0,007	≤ 0,04%
	Wynik oceny	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	
ACR według GDDKiA PB/2/18	zmiany liniowe, $L_{365}$ %	0,002	0,006	0,004	< 0,03%
	Wynik oceny	niepodatne na ACR [18]	niepodatne na ACR [18]	niepodatne na ACR [18]	