

Zmiany w Warunkach Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych GDDKiA dla betonu konstrukcyjnego w drogowych obiektach inżynierskich

Wstęp

Konstrukcje inżynierskich obiektów drogowych, ze względu na konieczność zapewnienia zarówno bezpieczeństwa użytkowania, jak i trwałości, wymagają zastosowania betonów o wysokiej odporności na oddziaływanie środowiska, pozbawionych ryzyka występowania niebezpiecznych reakcji, np. pomiędzy alkaliami oraz reaktywną krzemionką znajdującą się w kruszywie stosowanym do ich produkcji. Z tego powodu materiałom stawiane są dodatkowe wymagania w zakresie trwałości oraz bezpieczeństwa użytkowania, zawarte w dokumentach technicznych takich jak Warunki Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (GDDKiA). Dokumenty te w ciągu ostatnich lat podlegały licznym nowelizacjom, mającym na celu odzwierciedlenie bieżącego stanu normalizacji jak również aktualnej wiedzy z zakresu inżynierii materiałowej. W 2022 roku zaktualizowane zostały dwa, bardzo ważne z punktu widzenia branży budowlanej, dokumenty: *Wytyczne techniczne klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich* (marzec 2022 r.) oraz dokument *Warunki Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WWiORB) M13.01.00 v04 Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich* (sierpień 2022 r.). WWiORB stanowi dokument przetargowy i kontraktowy dla budów realizowanych w ramach zadań GDDKiA oraz jest podstawą opracowania *Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych* (STWiORB). Nowelizacja z sierpnia 2022 r. wprowadza szereg ważnych zmian, obejmujących m.in. aktualizację w zakresie klasyfikacji kruszyw i zapobiegania reakcji alkalicz-

nej w betonie oraz rozszerzenie możliwości stosowania cementów powszechnego użytku w obiektach inżynierskich.

Klasyfikacja kruszyw krajowych oraz zapobieganie szkodliwej reakcji alkalicznej w betonie

Wytyczne techniczne klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich zostały wprowadzone do stosowania, do budowy dróg i obiektów inżynierskich, których zarządcą lub inwestorem jest GDDKiA, w 2019 r. Od początku wzbudziły one szereg dyskusji w środowisku wykonawców i producentów materiałów budowlanych, dotyczących sposobu klasyfikacji kruszywa (zwłaszcza kruszywa drobnego) oraz związanej z tym dostępności materiałów na rynku krajowym. W praktyce podczas realizacji kontraktów często brakowało kruszywa spełniającego warunki postawione w dokumentacji technicznej (WWiORB v01 do v03), powodując konieczność realizacji dostaw, np. piasku, z odległości przekraczającej nawet 500 km. Jednocześnie kruszywo, wobec którego potwierdzone było długoterminowe doświadczenie ze stosowania w obiektach drogowo-mostowych, było eliminowane z użycia. Konieczne więc stało się uaktualnienie przepisów w oparciu o międzynarodowe oraz krajowe doświadczenia w tym obszarze.

Znowelizowane wytyczne bazują na ocenie przydatności kruszywa do stosowania na podstawie badań ekspansji zapraw i betonów, opisanych w procedurach badawczych GDDKiA PB/1/18 – metoda krótkoterminowa, PB/2/18 – metoda długoterminowa oraz analizie petrograficznej kruszywa według procedury badawczej PB/3/18. Zasadniczą zmianą,

Tablica 1. Kategorie oddziaływań środowiskowych związane z zagrożeniem wystąpienia szkodliwej reakcji alkalia – kruszywo [1]

Kategoria środowiska	Opis środowiska	Ekspozycja elementów obiektu z betonu – przykłady obiektów drogowych
E1*	Środowisko suche, chronione przed wilgocią zewnętrzną ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> elementy wewnętrzne w budynkach w środowisku suchym
E2	Środowisko wilgotne bez oddziaływania agresywnych czynników zewnętrznych ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> elementy wewnętrzne w budynkach o wysokiej wilgotności elementy wystawione na działanie wilgoci z powietrza, nieagresywnych wód podziemnych, zanurzone w wodzie słodkiej lub stale zanurzone w wodzie morskiej wewnętrzne elementy masywne³⁾
E3	Środowisko wilgotne z agresywnym oddziaływaniem czynników zewnętrznych ⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> elementy drogowych obiektów inżynierskich⁵⁾ narażone bezpośrednio na odladzanie solami elementy wystawione na cykliczne działanie wody morskiej (zanurzenie i suszenie) lub słony oprysk (strefy rozbrzygu) wilgotne elementy wystawione na naprzemienne działanie zamarzania i rozmarzania wilgotne elementy wystawione na długotrwałe działanie wysokiej temperatury jezdnie dróg i parkingi narażone na oddziaływanie soli odladzających jezdnie drogowe poddane obciążeniom zmęczeniowym

* Kategoria środowiska E1 nie ma zastosowania do betonowych nawierzchni drogowych i drogowych obiektów inżynierskich

Objaśnienia:

¹⁾ Suche środowisko odpowiada otoczeniu o średniej wilgotności względnej, niższej niż 75% (warunki panujące zazwyczaj wewnątrz budynków), gdzie nie dochodzi do ekspozycji na wilgoć z zewnątrz;

²⁾ Powiązane klasy ekspozycji wg PN-EN 206 odpowiadają warunkom w elementach wilgotnych z wyłączeniem ekspozycji na czynniki środowiskowe wymienione w objaśnieniu ⁴⁾.

³⁾ We wnętrzu betonowych elementów masywnych utrzymuje się wysoka wilgotność, nawet gdy znajdują się w środowisku suchym.

⁴⁾ Powiązane grupy klas ekspozycji wg PN-EN 206 odpowiadają warunkom w elementach wilgotnych, wystawionych na oddziaływanie środków odladzających zawierających alkalia (poprzez kontakt roztworów lub mgły solnej), na cykliczne ochlapywanie wodą morską, na cykliczne oddziaływanie mrozu.

⁵⁾ Zasięg strefy oddziaływania środków odladzających zgodnie z PN-EN 1992-2:2010 pkt. 4.2 i PN-EN 1992-2:2010/NA:2016-11.

Tablica 2. Klasy obiektów odnoszące się do drogowych obiektów inżynierskich, nawierzchni dróg oraz drobnowymiarowych prefabrykowanych elementów nawierzchni dróg w zależności od konsekwencji wystąpienia szkodliwych efektów reakcji alkalia – kruszywo [1]

Klasa obiektu	Konsekwencje wystąpienia reakcji AAR	Akceptowalność szkodliwych efektów AAR	Przykłady
S1	Pomijalne	Wobec krótkiego czasu użytkowania pewne ryzyko uszkodzenia wskutek AAR można tolerować	• Elementy konstrukcji tymczasowych lub krótkożyłowych (projektowany okres użytkowania do 5 lat)
S2	Nieznaczne konsekwencje ekonomiczne, w zakresie bezpieczeństwa lub ochrony środowiska	Niewielkie ryzyko uszkodzenia wskutek AAR w okresie użytkowania można tolerować z uwagi na łatwość wymiany i mniejsze znaczenie obiektu. Ryzyko obniżone przez warunki otoczenia – dotyczy technologii głębokiego fundamentowania	• Prefabrykowane elementy nawierzchni dróg, które łatwo wymienić, np. chodniki, krawężniki oraz betonowe elementy odwodnieniowe • Nawierzchnie placów postojowych • Nawierzchnie dróg o kategorii ruchu KR • Beton w technologii głębokiego fundamentowania
S3	Znaczące konsekwencje ekonomiczne, w zakresie bezpieczeństwa lub ochrony środowiska	Ryzyko uszkodzeń wskutek AAR jest pod kontrolą poprzez selekcję kruszywa, składu cementu. Akceptowalne minimalne uszkodzenia bez wpływu na trwałość eksploatacyjną	• Elementy drogowych obiektów inżynierskich o projektowanym okresie użytkowania do 50 lat zgodnie z [3] • Nawierzchnie dróg o kategorii ruchu KR1 – KR4 • Bariery autostradowe • Elementy drogowych ekranów akustycznych
S4	Bardzo poważne konsekwencje ekonomiczne, w zakresie bezpieczeństwa lub ochrony środowiska	Nietolerowane żadne ryzyko uszkodzenia wskutek AAR i najwyższy stopień zapobiegania takim uszkodzeniom	• Elementy drogowych obiektów inżynierskich o projektowanym okresie użytkowania powyżej 50 lat zgodnie z [3] • Elementy konstrukcji bardzo trudne do wymiany lub naprawy • Nawierzchnie dróg o kategorii ruchu KR5 – KR7

w odniesieniu do poprzednich wersji dokumentu, jest jednoznaczne wskazanie nadrzędności badań długoterminowych oraz opisu petrograficznego nad metodą krótkoterminową, która w tym wypadku stanowi metodę wskaźnikową.

Wytyczne Techniczne uwzględniają zastosowanie następujących rozwiązań technologicznych mających na celu zapobieganie wystąpieniu negatywnych skutków reakcji alkalia krzemionka (ASR):

- dobór kruszywa niereaktywnego (R0) oraz eliminację kruszywa silnie reaktywnego (R2) i bardzo silnie reaktywnego (R3);
- ograniczenie całkowitej zawartości alkaliów w składzie mieszanki betonowej do 3,5 kg/m³, 3 kg/m³ lub 2,4 kg/m³, w zależności od kategorii reaktywności alkalicznej kruszywa przeznaczonego do betonu i od klasy obiektu oraz oddziaływania środowiska;
- zastosowanie cementów o niskiej zawartości alkaliów, co pozwala na dotrzymanie warunków granicznej zawartości alkaliów w składzie betonu;
- zastosowanie dodatków typu II: popiołu lotnego krzemionkowego i/lub zmielonego granulowanego żużla wielopieczowego w mieszance betonowej.

Zapobieganie wystąpieniu negatywnych skutków reakcji alkalia – węglany (ACR) polega na eliminacji kruszywa podatnego na tę reakcję, z zastosowań w betonach konstrukcyjnych obiektów inżynierskich.

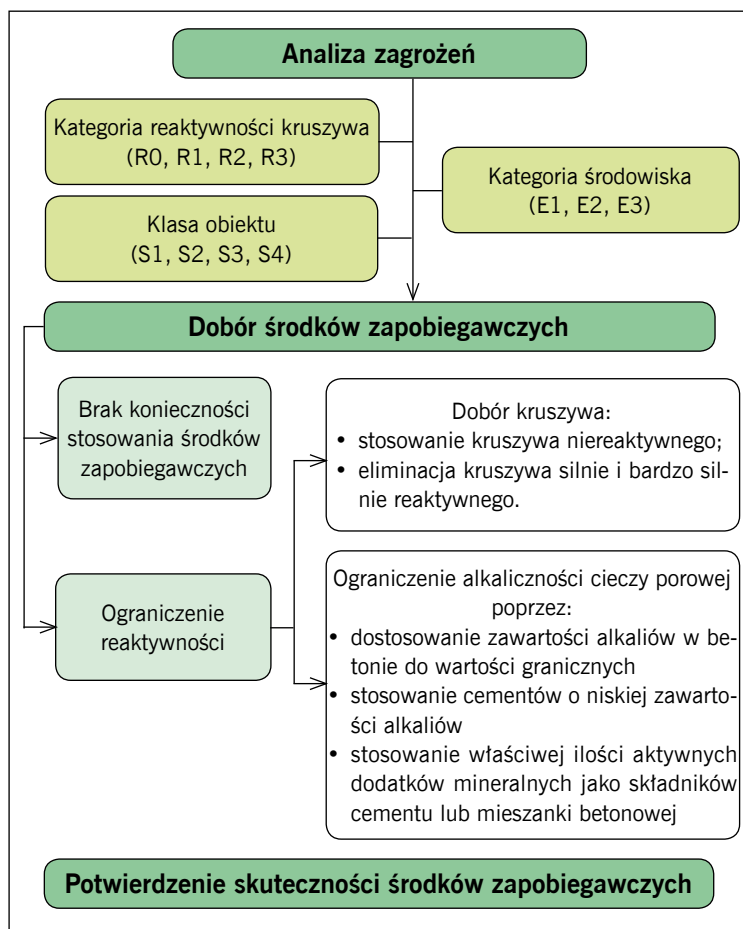
Należy zauważyć, że dobór środków zapobiegających negatywnym skutkom reakcji alkalia – krzemionka oraz alkalia – węglany następuje zawsze w odniesieniu do kategorii oddziaływań środowiskowych (E) oraz klasyfikacji obiektów budowlanych i inżynierskich (S). Kategoria oddziaływań środowiskowych opisuje i klasyfikuje czynniki środowiskowe mające bezpośredni wpływ na ryzyko wystąpienia szkodliwej reakcji alkalia – kruszywo (tablica 1)

Niezwykle istotne jest, aby na etapie projektu właściwie wskazać klasę obiektu (S), w zależności od jego ważności oraz od konsekwencji wystąpienia ewentualnych uszkodzeń wskutek reakcji alkalia – kruszywo (tablica 2). Klasę obiektu określa projektant w uzgodnieniu z zarządcą danej drogi.

Dobór odpowiednich środków zapobiegawczych chroniących przed wystąpieniem szkodliwej reakcji alkalia – kruszywo przeprowadzany jest zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1.

Kruszywo przeznaczone do użycia w betonie drogowo-mostowym należy sklasyfikować pod względem reaktywności alkalicznej. Klasyfikacja ta wykonywana po raz pierwszy wymaga przeprowadzenia pełnej analizy petrograficznej wg procedury badawczej PB/3/18 oraz wyznaczenia kategorii reaktywności alkalicznej na podstawie wyników pomiarów wydłużenia próbek zaprawy i betonu, odpowiednio wg procedur badawczych PB/2/18 i PB/1/18.

Rysunek 1. Schemat analizy zagrożeń wystąpienia reakcji ASR, doboru środków zapobiegawczych i potwierdzenia skuteczności przyjętych rozwiązań [2]



Rysunek 2. Urządzenia do badania reaktywności alkalicznej kruszywa metodą długoterminową



Przyśpieszone badanie reaktywności alkalicznej kruszywa wg PB/1/18, polegające na zmianie wydłużenia próbek po 14 dniach zanurzenia beleczek w 1M roztworze NaOH w 80°C, przeprowadza się osobno dla kruszywa drobnego oraz frakcji 2/8 i 8/16 kruszywa grubego. Badanie to stanowi podstawę klasyfikacji kruszywa w przypadku braku wyników badań długoterminowych.

Długoterminowe badanie wykonywane na próbkach betonowych wg PB/2/18 (rysunek 2) uznawane jest za badanie najdokładniej odzwierciedlające doświadczenia praktyczne i z tego powodu też wyniki badań uzyskane tą metodą traktowane są jako nadrzędne. Kategoria reaktywności alkalicznej kruszywa przeprowadzana jest względem wymogów określonych w tablicy 3.

Należy podkreślić, że kategorie reaktywności kruszywa nie mają zastosowania w odniesieniu do jego podatności na reakcję alkalia – węglany (ACR). W przypadku kruszyw węglanowych, zwłaszcza wapieni dolomitycznych, dolomitów i dolomitów wapnistych, należy przeprowadzić analizę petrograficzną zgodnie z zaleceniami podanymi w PB/3/18. W przypadku kruszywa węglanowego spełniającego odpowiednio warunki:

- dla kruszywa wapiennego o zawartości $\text{CaCO}_3 > 95\%$ (obliczonej na podstawie zawartości CaO) nie stwierdza się występowania skład-

ników potencjalnie reaktywnych, tj. reaktywnych form krzemionki i minerałów ilastych, lub specyficznej tekstury, oraz jeżeli zawartości: $\text{SiO}_2 < 3,0\%$, $\text{MgO} < 1,0\%$ ($< 5\%$ dolomitu) oraz $\text{Al}_2\text{O}_3 < 1,2\%$, uznaje się, że kruszywo nie jest podatne na reakcję ACR

- dla kruszywa dolomitowego nie stwierdza się występowania składników potencjalnie reaktywnych, tj. reaktywnych form krzemionki i minerałów ilastych lub specyficznej tekstury, oraz jeżeli zawartości: $\text{SiO}_2 < 3,0\%$ i $\text{Al}_2\text{O}_3 < 1,2\%$, a zawartość dolomitu (obliczona na podstawie zawartości MgO) przekracza 95%, uznaje się, że kruszywo nie jest podatne na reakcję ACR.

W opisanych przypadkach należy przyjąć, że kruszywo jest również niereaktywne w kierunku reaktywności alkaliczno-krzemionkowej (ASR) i niepotrzebne jest wykonywanie badań według procedur PB/1/18 oraz PB/2/18. Jeżeli kruszywo węglanowe nie spełnia przedstawionych warunków, należy przeprowadzić badania wg procedury badawczej PB/1/18 oraz zmodyfikowanej procedury PB/2/18. Modyfikacja procedury PB/2/18 polega na obniżeniu zawartości alkaliów w mieszance betonowej z $5,25 \text{ kg/m}^3$ do $1,80 \text{ kg/m}^3$. Sprawdzenia podatności kruszywa na reakcję alkalia – węglany dokonuje się na podstawie wydłużenia próbek betonu po 12 miesiącach przechowywania. Jeżeli

Tablica 3. Kategoryzacja reaktywności kruszyw do betonu [2]

Metoda badawcza	Kategoria reaktywności kruszywa					
	Niereaktywne R0		Umiarkowanie reaktywne R1		Silnie reaktywne R2	Bardzo silnie reaktywne R3
	kruszywo drobne	kruszywo grube	kruszywo drobne	kruszywo grube	kruszywo drobne; kruszywo grube	kruszywo drobne; kruszywo grube
Procedura badawcza GDDKiA PB/1/18 (metoda przyśpieszona) – do czasu otrzymania wyników wg metody PB/2/18	Wydłużenie próbek zaprawy po 14 dniach, %					
	$\leq 0,15$	$\leq 0,10$	$> 0,15;$ $\leq 0,30$	$> 0,10;$ $\leq 0,30$	$> 0,30;$ $\leq 0,45$	$> 0,45$
Procedura badawcza GDDKiA PB/2/18 (metoda długoterminowa)	Wydłużenie próbek betonu po 365 dniach, %					
	$\leq 0,04$		$> 0,04;$ $\leq 0,12$		$> 0,12;$ $\leq 0,24$	$> 0,24$

UWAGA:

Jeżeli kategoryzacja kruszywa na podstawie przyśpieszonej metody pomiaru ekspansji zaprawy (wg PB/1/18) wskazuje R1, a na podstawie długoterminowej metody pomiaru ekspansji betonu (wg PB/2/18) R0, to kategorię reaktywności badanego kruszywa przyjąć według metody długoterminowej.

Tablica 4. Warunki zastosowania naturalnego kruszywa do betonu w obiekcie klasy S4 w zależności od kategorii oddziaływania środowiska E oraz kategorii reaktywności kruszywa R [2]

Kategoria oddziaływania środowiska	Kategoria reaktywności kruszywa	
	Niereaktywne R0	Umiarkowanie reaktywne R1
	zawartość alkaliów aktywnych Na_2O_{eq} w betonie w kg/m^3	
E2	maks. 3,0 kg/m^3	Kruszyw o takiej kategorii reaktywności nie dopuszcza się
E3	1. dla nawierzchni dróg maks. 2,4 kg/m^3 2. dla elementów drogowych obiektów inżynierskich oraz elementów konstrukcji bardzo trudnych do wymiany lub naprawy maks. 3,0 kg/m^3	Kruszyw o takiej kategorii reaktywności nie dopuszcza się

Uwaga: Kruszyw grubych ze złóż zwirowych o genezie rzecznej lub polodowcowej nie dopuszcza się do stosowania w obiektach klasy S4, z uwagi na brak doświadczeń krajowych w tym zakresie oraz duże zróżnicowanie ich składu mineralogicznego. W obszarze obowiązywania „Katalogu typowych konstrukcji drogowych obiektów mostowych i przepustów” (Ministerstwo Infrastruktury, 13.06.2019) jako kruszywo grube powinny być zastosowane kruszywa naturalne, uzyskane z mechanicznego rozdrobnienia surowca skalnego litego.

średnie wydużenie próbek betonu wynosi co najmniej 0,03%, to kruszywo jest podatne na reakcję ACR i jako takie nie może być wykorzystywane do produkcji betonu przeznaczonego na nawierzchnie dróg lub na drogowe obiekty inżynierskie.

Dobór środków zapobiegających wystąpieniu reakcji AAR

W oparciu o analizę zagrożeń dobierane są środki zapobiegawcze, zapewniające ochronę betonu przed wystąpieniem negatywnych skutków reakcji alkalia – kruszywo (AAR). Dopuszczalne poziomy ekwiwalentu tlenku sodu w betonie, wymaganą zawartość dodatków typu II oraz dopuszczalne rodzaje cementów powszechnego użytku zgodnych z PN-EN 197-1 [4] lub o właściwościach specjalnych zgodnych z PN-B-19707 [5], dla klas obiektów S3 oraz S4, podano w tablicy 4, tablicy 5. Kruszywa o reaktywności R2 oraz R3 są całkowicie wyeliminowane ze stosowania w betonach konstrukcyjnych dla obiektów drogowo-mostowych zarządzanych przez GDDKiA.

Na szczególną uwagę zasługuje zmiana współczynnika w_i uwzględnianego w obliczeniach zawartości alkaliów aktywnych w betonie jako Na_2O_{eq} wg wzoru:

$$Na_2O_{eq} = \sum_i \frac{w_i}{100} \frac{x_i}{100} z_i \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

gdzie:

w_i – współczynnik uwzględniający udział alkaliów wymywanych dla składnika [%],

x_i – zawartość Na_2O_{eq} dla składnika [%],

z_i – zawartość składnika w betonie [kg/m^3].

W aktualnym wydaniu Wytycznych Technicznych do obliczeń przyjmuje się wartości współczynnika w_i zgodnie z tablicą 6.

Tablica 5. Warunki zastosowania naturalnego kruszywa do betonu w obiekcie klasy S3 w zależności od kategorii oddziaływania środowiska E oraz kategorii reaktywności kruszywa R [2]

Kategoria oddziaływania środowiska	Kategoria reaktywności kruszywa	
	Niereaktywne R0	Umiarkowanie reaktywne R1
	zawartość alkaliów aktywnych Na_2O_{eq} w betonie; zawartość dodatków typu II lub rodzaj cementu	
E2	bez ograniczeń	maks. 2,4 kg/m^3 cement CEM I min. 20% V albo 35% S jako dodatek typu II zgodnie z PN-EN 206 i krajowym uzupełnieniem PN-B-06265
		maks. 2,4 kg/m^3 i cement wg PN-B-19707: CEM II/B-V-NA; CEM II/B-M (S-V)-NA; CEM III/A-NA; CEM V/A (S-V)-NA
E3	maks. 3,0 kg/m^{3*}	maks. 2,4 kg/m^3 cement CEM I i min. 25% V albo 50% S jako dodatek typu II zgodnie z PN-EN 206 i krajowym uzupełnieniem PN-B-06265
		maks. 2,4 kg/m^3 i cement wg PN-B-19707: CEM II/B-V-NA; CEM II/B-M (S-V)-NA; CEM III/A-NA; CEM V/A (S-V)-NA

V – popiół lotny krzemionkowy wg PN-EN 450-1

S – granulowany żużel wielkopiecowy wg PN-EN 15167-1

*) maks. 2,4 kg/m^3 oraz dwukrotnie zwiększona częstotliwość badań przez wykonawcę, w stosunku do częstotliwości wskazanej w p.6.4, w przypadku stosowania kruszywa grubego ze złóż zwirowych o genezie rzecznej lub polodowcowej z uwagi na spodziewaną niejednorodność składu mineralnego

Częstotliwość badań kruszywa

W nowych Wytycznych zmianie uległa częstotliwość wykonywania badań reaktywności alkalicznej kruszywa, urealnając wymagania zarówno dla Producenta kruszywa jak i wykonawcy robót i nad-

Tablica 6. Wartości współczynnika w_i dla składników betonu [2]

Rodzaj składnika	w_i – współczynnik uwzględniający udział alkaliów wymywanych dla składnika [%]
CEM I, CEM II/A-LL-NA	85
CEM II/A-S-NA	80
CEM II/A-V-NA, CEM II/B-S-NA, CEM II/A-M (S-V)-NA	70
CEM II/B-V-NA, CEM II/B-M (S-V)-NA, CEM III/A-NA	60
CEM V/A (S-V)-NA	50
zmielony granulowanym żużlu wielkopiecowym, jako dodatku typu II do betonu	30
popiół lotny krzemionkowy, jako dodatku typu II do betonu	10
Domieszki do betonu	100
Woda zarobowa	100

Tablica 7. Częstotliwość badań kruszyw z uwagi na kategorię reaktywności alkaliczno-krzemionkowej i rozpoznanie reaktywności alkaliczno-węglanowej [1]

Procedura badawcza	Producent kruszywa
PB/3/18 Analiza petrograficzna (jako uzupełnienie do badań wykonywanych zgodnie z PN-EN 932-3)	Zgodnie z ZKP
PB/1/18 (2 tygodnie)	1 raz na rok*
PB/2/18 (roczna)	1 raz na rok*
PB/2/18 (roczna zmodyfikowana)	

Uwagi:

* zalecane jest zwiększenie częstotliwości badania, gdy mierzone wielkości wydużenia próbek zaprawy lub betonu są bliskie w granicach błędów wartościom rozgraniczającym sąsiednie kategorie reaktywności (tzn. w obszarze niepewności pomiarowej). Wykonywanie badań wg PB/1/18 oraz PB/2/18 powinno być wykonywane z przesunięciem czasowym półrocznym względem siebie.

zoru. Częstotliwość badań reaktywności alkalicznej kruszyw wykonywana przez producentów kruszywa musi być zgodna z wymaganiami w tablicy 7.

Niezależnie od kontroli kruszywa prowadzonej przez producenta, wykonawca robót zobowiązany jest prowadzić własną kontrolę w oparciu o przyspieszoną procedurę badawczą PB/1/18 z ustaloną częstotliwością:

- badania kontrolne kategorii reaktywności ASR kruszywa:
 - w przypadku budowy drogowych obiektów inżynierskich:
 - ✓ co 4 miesiące kalendarzowe – kruszywo grube frakcji referencyjnych z jednego złoża,
 - ✓ co 4 miesiące kalendarzowe – kruszywo drobne z jednego złoża,
 - w przypadku budowy nawierzchni drogowych: 1 raz podczas budowy odcinka jezdni na każde rozpoczęte 50 000 m²,
- badania składu chemicznego pod kątem reaktywności ACR:
 - w przypadku budowy drogowych obiektów inżynierskich:
 - ✓ co 6 miesięcy kalendarzowych – kruszywo grube frakcji referencyjnych z jednego złoża,
 - ✓ co 6 miesięcy kalendarzowych – kruszywo drobne z jednego złoża,
 - w przypadku budowy nawierzchni drogowych: 1 raz podczas budowy odcinka jezdni na każde rozpoczęte 50 000 m².

Rozszerzenie możliwości stosowania cementów w betonach konstrukcyjnych

Znaczne zmiany w dokumencie WWiORB M-13.01.00 zaistniały w odniesieniu do możliwości stosowania cementów do betonu konstrukcyjnego, w elementach obiektu drogowego. Zmiany te stanowią znaczny postęp w zakresie potrzeb rynku, wprowadzając szereg cementów niskoemisyjnych o sprawdzonej przydatności. Aktualnie do stosowania dopuszczone są następujące rodzaje cementów:

- cement portlandzki CEM I, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki niskoalkaliczny CEM I – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];
- cement portlandzki żuźlowy CEM II/A-S, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki żuźlowy niskoalkaliczny CEM II/A-S – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];
- cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL), spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki wieloskładnikowy niskoalkaliczny CEM II/A-M (S-LL) – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];
- cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V), spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki wieloskładnikowy niskoalkaliczny CEM II/A-M (S-V) – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];

- cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki żuźlowy niskoalkaliczny CEM II/B-S – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];
- cement portlandzki popiołowy CEM II/A-V, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki popiołowy niskoalkaliczny CEM II/A-V – NA, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5];
- cement portlandzki wapienny CEM II/A-LL klasy wytrzymałościowej 42,5 i wyższej, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4];
- cement portlandzki wapienny niskoalkaliczny CEM II/A-LL – NA klasy wytrzymałościowej 42,5 i wyższej, spełniający wymagania PN-EN 197-1 [4] i PN-B – 19707 [5].

Dopuszcza się również stosowanie cementów: hutniczego CEM III/A-NA [z zastrzeżeniem, że dla elementów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasie ekspozycji XF4 należy spełnić dodatkowe wymagania: klasa wytrzymałości cementu $\geq 42,5$ lub klasa wytrzymałości cementu $\geq 32,5$ R z zawartością granulowanego żuźla wielkopieczowego $\leq 50\%$ (masowo)] oraz cementu wieloskładnikowego CEM V/A (S-V) LH do wykonywania fundamentów masywnych.

Podsumowanie

Nowelizacja dokumentów technicznych GDDKiA stanowi bardzo ważny krok w kierunku zapewnienia wysokiej jakości obiektów drogowo-mostowych, z uwzględnieniem krajowej specyfiki w zakresie kruszyw do produkcji betonu. Nowe wytyczne przyczyniają się do realizacji założeń zrównoważonego budownictwa poprzez umożliwienie stosowania odpowiednich lokalnych materiałów oraz cementów niskoemisyjnych, jako alternatywnych dla cementu portlandzkiego CEM I. Jednocześnie stanowią one dobry przykład merytorycznej współpracy pomiędzy przedstawicielami GDDKiA, branżą budowlaną, branżą producentów materiałów budowlanych i jednostkami naukowymi na etapie ich opracowywania.

dr inż. Artur Golda

Centrum Technologiczne Betotech Sp z o.o.

Literatura

1. *Warunki Wykonywania i Odbioru Robót Budowlanych, WWiORB M13.01.00 v04 Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich, GDDKiA, sierpień 2022 r.*
2. *Wytyczne techniczne klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich, GDDKiA, marzec 2022 r.*
3. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 1 sierpnia 2019, zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, Dz.U. z 2019, poz.1642 oraz Dz. U. 2000 nr 63 poz.735.*
4. *PN-EN 197-1:2012 Cement – Część 1: Skład, specyfikacja i kryteria zgodności cementów powszechnego stosowania.*
5. *PN-B-19707:2013 Cement, Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności.*