

mgr inż. Marian Górczyński^{1*)}
mgr inż. Paweł Pindel¹⁾

Produkcja strunobetonowych podkładów kolejowych z cementami niskoemisyjnymi

Polska, podobnie jak wiele innych państw europejskich, jest nadal mocno skoncentrowana na transporcie samochodowym. Przejście w kierunku innych środków transportu jest dużym wyzwaniem i wymaga wielu inwestycji w infrastrukturę. Chcąc sprostać wymaganiom dotyczącym ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w transporcie, musimy bardziej skupiać się na transporcie kolejowym, który jest najbardziej wydajny i ekologiczny. Z danych przytaczanych przez Urząd Transportu Kolejowego (UTK), transport w Europie generuje 25% całkowitej emisji CO₂. Największą jej część, bo aż 72%, pochodzi z transportu samochodowego. Lotnictwo wraz z transportem morskim wytwarzają odpowiednio 12 i 14% dwutlenku węgla, natomiast kolej zajmuje pod tym względem ostatnie miejsce – tylko 0,4% CO₂ emitowanego przez transport w Europie. Z tego powodu Unia Europejska, wraz z naszym rządem, dostrzegają potrzebę rozbudowy sieci połączeń kolejowych zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Służą temu unijny program CEF „Łącząc Europę”, jako jedno z najważniejszych źródeł finansowania inwestycji infrastrukturalnych w Unii Europejskiej oraz Krajowy Plan Kolejowy, w ramach którego powstanie m.in. Port Solidarność – Centralny Port Komunikacyjny dla Rzeczypospolitej Polskiej. Inwestycje prowadzone i planowane w najbliższych latach usprawniające podróże w aglomeracjach oraz poprawiające warunki do przewozów towarowych i linii kolejowych, będących częścią międzynarodowej sieci transportowej TEN-T, jak np. Rail Baltica, będą jednym z ważniejszych motorów budownictwa w nadchodzących latach (fotografia).

¹⁾ MC-Bauchemie Sp. z o.o.

^{*)} Adres do korespondencji:

Marian.Gorczyński@mc-bauchemie.pl



Międzynarodowa linia kolejowa Rail Baltica

Fot. MC-Bauchemie

Dostrzegając te potrzeby, firma MC-Bauchemie wdraża rozwiązania domieszek, umożliwiające produkcję betonów przeznaczonych do prefabrykacji kolejowej i betonów towarowych stosowanych przy budowie linii kolejowych. Podkłady i podrozdajdnice kolejowe oraz tramwajowe, to podstawowe elementy prefabrykacyjne produkowane i powszechnie stosowane w przemyśle kolejowym. Podkłady strunobetonowe muszą spełniać wiele parametrów związanych z wymaganiami technicznymi stawianymi przez odbiorcę (głównie PKP PLK) oraz przede wszystkim związanych z charakterystyką ich eksploatacji (zmienne warunki atmosferyczne oraz agresywne środowisko, np. zanieczyszczenia chemiczne itp.).

Parametry techniczne elementów określa załącznik do uchwały nr 106/2020, „Warunki techniczne wykonania i odbioru podkładów i podrozdajdnic strunobetonowych Id-101”, opracowany przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Dokument ten szeroko definiuje wszystkie procesy począwszy od klasyfikacji elementów przez zakres zastosowania, wymagania i właściwości techniczne, badania kontrolne, po ich składowanie

i transport, które powinien przejść producent. W artykule skupiamy się na wymaganiach, właściwościach oraz badaniach mieszanki betonowej oraz stwardniałego betonu stosowanych do wytwarzania podkładów strunobetonowych.

Wymagane parametry mieszanki betonowej oraz betonu

Podstawowe parametry określone przez wymieniony dokument, które musi spełniać mieszanka betonowa oraz stwardniały beton, to: klasa betonu po 28 dniach dojrzewania C50/60; zawartość cementu minimum 300 kg/m³; stosunek wodno-cementowy mniejszy od 0,45; wytrzymałość na zginanie minimum 5,0 MPa (dotyczy tylko podrozdajdnic); mrozoodporność minimum F125; nasiąkliwość wagowa mniejsza niż 5,0%.

Załącznik precyzuje również, w jakich warunkach powinny być przechowywane i pielęgnowane elementy w pierwszej fazie ich dojrzewania:

- maksymalna temperatura mieszanki betonowej w procesie obróbki termicznej nie powinna przekraczać 60°C;
- szybkość rozgrzewania mieszanki betonowej oraz studzenia betonu w komorach nie powinna przekraczać 20°C/h;
- w czasie obróbki termicznej i dojrzewania betonu należy zapewnić pielęgnację betonu zgodnie z instrukcją technologiczną;
- sprzężenie betonu powinno się odbywać po osiągnięciu przez beton 75% wymaganej wytrzymałości na ściskanie. Ten ostatni parametr, który musi spełnić mieszanka betonowa, powoduje, że do tego typu betonów muszą być stosowane cementy o szybkim przyroście wytrzymałości, aby zapewnić odpowiednio szybką rotację form podczas produkcji prefabrykatów, a co za tym idzie zwiększać efektywność linii produkcyjnych.

Warunki techniczne dopuszczają stosowanie cementu portlandzkiego klasy nie mniejszej niż 52,5, ale zawartość związków alkalicznych nie może przekraczać 0,6% masy cementu, a zawartość tlenu siarki 3,5%. Te zapisy, jak również chęć optymalizacji produkcji przez producentów, spowodowały ograniczenie stosowania czystego cementu portlandzkiego 52,5. Pozwala to zapewnić stabilną produkcję, spokojnie uzyskując oczekiwane parametry świeżej mieszanki i stwardniałego betonu. Ciągły wzrost cen energii, jak również wzrost kosztów uprawnień do emisji CO₂ powodują, że tego typu spoiwa są coraz trudniej dostępne i coraz droższe. Może to stanowić niebagatelny problem całej branży produkującej podkłady strunobetonowe (brak opłacalności czy nawet, w ekstremalnych przypadkach brak możliwości produkcji), mimo tego że rynek oferuje nie gorsze, a czasami nawet lepsze rozwiązania spoiw z zastosowaniem odpowiednich domieszek.

Badania cementów z domieszkami

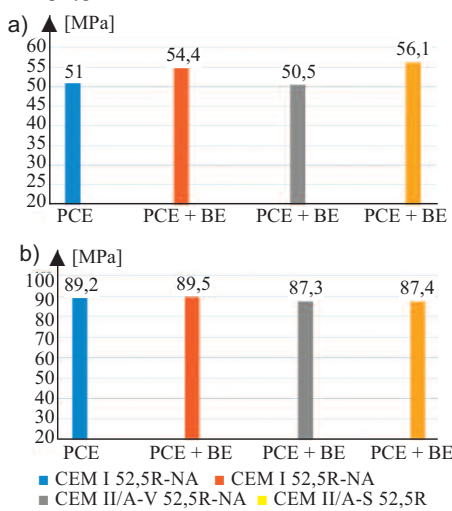
Firma MC-Bauchemie wraz z jednym z głównych producentów podkładów strunobetonowych postanowiła przeprowadzić badania, jak pod kątem oczekiwanych parametrów sprawdzają się cementy typu CEM II z dodatkami w kontrze do stosowanego dotychczas czystego cementu portlandzkiego CEM I. Po wstępnych badaniach wytypowano dwa cementy typu CEM II, a mianowicie CEM II/A-V 52,5R-NA oraz CEM II/A-S 52,5R i przeprowadzono badania porównawcze z CEM I 52,5R-NA. Brano pod uwagę dwa typy domieszek: **superplastyfikator PCE nowej generacji oraz domieszkę przyspieszającą twardnienie**. Po etapie wyboru optymalnej domieszki PCE, a przede wszystkim optymalnej domieszki przyspieszającej twardnienie, kompatybilnej z wybranymi cementami typu CEM II, wykonano zaroby próbne

w siedzibie producenta, poddając wykonane próbki obróbce termicznej, takiej jakiej są poddawane wykonywane elementy prefabrykowane. Zastosowano receptury podane w tabeli. Wszystkie mieszanki charakteryzowały się zbliżoną konsystencją w klasie V3 mierzoną metodą Ve-Be, co pozwala w produkcji ciąglej mieszance dobrze i stosunkowo szybko wypełniać formy. Celem było osiągnięcie przynajmniej 50 MPa po 9 h dojrzenia w warunkach produkcyjnych. Osiągniętą wytrzymałość (wyniki średnie z trzech próbek 15 x 15 x 15) przedstawiono na rysunku.

Receptury analizowanych mieszanek betonowych

Skład na m ³	Rodzaj cementu	
	CEM I	CEM II
Cement	330 kg	340 kg*
Woda całkowita	110 – 115 l	105 – 110 l
Piasek 0/2 mm	33%	33%
Żwir 2/8 mm	28%	28%
Żwir 8/16 mm	39%	39%
PCE	1% mc.	1% mc.
Przyspieszacz	1% mc.	1% mc.

* ilość cementu zwiększona o 10 kg/m³ w stosunku do receptury z CEM I; koszty receptury mniejsze niż w przypadku CEM I



Wytrzymałość wczesna: a) po 9 h; b) po 28 dniach

Następnie przeprowadzono badania trwałości pod kątem mrozoodporności F150, wytrzymałości na zginanie (co

najmniej 5,0 MPa) oraz nasiąkliwości wagowej, która nie mogła przekroczyć 5%. Mieszanki na bazie trzech zastosowanych cementów spełniły wymagania dotyczące nasiąkliwości wagowej do 5% (wyniki oscylowały w granicach 4%), wytrzymałości na zginanie (wyniki większe niż 6,0 MPa) oraz przeszły pozytywnie badanie mrozoodporności F150 badanej metodą zwykłą wg normy PN-B-06265 (ubytki masy nie przekraczały 0,1% przy wymaganiu do 5%, a zmniejszenie wytrzymałości wynosiło do 5% i spełniało warunek ewentualnego spadku do 20%, próbki również nie wykazywały spękań).

Podsumowanie

Cementy typu CEM II z dodatkami mogą konkurować z cementami czystymi klinkierowymi. Przy odpowiedniej recepturze oraz odpowiednim doborze domieszek można produkować elementy, które charakteryzują się dobrymi parametrami reologicznymi i trwałością. Problematyczny pozostaje nadal jednak zapis dotyczący zawartości alkaliów w zastosowanym cemencie do 0,6%. Może to powodować, że niektóre spoiwa z dodatkami nie spełnią tego rygorystycznego parametru i zostaną zdyskwalifikowane już na starcie, mimo że będą w stanie spełnić wysokie wymagania, jakie są stawiane przed elementami betonowymi. Jest to temat do rozważenia i dyskusji, aby taki rodzaj spoiw mógł być stosowany w produkcji podkładów strunobetonowych.

Przeprowadzone badania pokazują, że możliwe jest produkowanie tego typu elementów z niskoemisyjnymi cementami z dodatkami i nawet w obliczu zapowiadanych zmian nie zabraknie nam odpowiednich cementów do produkcji strunobetonowych podkładów kolejowych. Śmiało plany inwestycyjne naszych i europejskich kolei będą więc możliwe do realizacji.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl



ROK ZAŁOŻENIA 1994