



# UMOCNIENIE DNA przy Pirsie Węglowym w Porcie Północnym w Gdańsku jako kolejny przykład betonowania podwodnego w Polsce

tekst: **mgr inż. DANIEL OWSIAK**, LafargeHolcim w Polsce, **inż. ŁUKASZ ZIELIŃSKI**, ZRHip UW Service,  
zdjęcia: **LAFARGEHOLCIM W POLSCE**

Jednym z ciekawszych projektów realizowanych na przełomie 2015 i 2016 r. na terenie Gdańska było wykonanie trwałego zabezpieczenia dna w Porcie Północnym przed rozmyciem spowodowanym przez jednostki pływające dobijające do Pirsu Węglowego. Zachowanie odpowiednich rzędnych dna w rejonie istniejącej konstrukcji było niezbędne dla utrzymania jej stateczności, a zbyt duże przegłębienia mogły doprowadzić do awarii budowli.

Inwestor, Zarząd Morskiego Portu Gdańsk SA, zdecydował się na zastosowanie technologii polegającej na umocnieniu dna z narzutu kamiennego, a następnie jego scalenie specjalistyczną zaprawą kłamującą.

Wykonawcą, organizatorem oraz nadzorującym całość zadania inwestycyjnego było konsorcjum Przedsiębiorstwa Robót Czerpalnych i Podwodnych Sp. z o.o. oraz Zakładu Robót Hydrotechnicznych i Podwodnych UW Service Sp. z o.o., na rzecz którego firma LafargeHolcim w Polsce, zgodnie z zawartą umową, zaprojektowała, wyprodukowała i dostarczyła mieszankę betonową – zaprawę kłamującą. Realizacja projektu odbywała się na czynnym terminalu przeładunkowym, co wymagało dużego zaangażowania,

precyzyjnego zaplanowania wszelkich działań i koordynacji dostaw mieszanki na budowę.

Szczegółowe wymagania dotyczące parametrów zaprawy kłamującej oraz sposobu wbudowania zawarte zostały w projekcie budowlanym oraz specyfikacji technicznej. Na podstawie podanych w tych dokumentach informacji oraz ustaleń z wykonawcą technolodzy LafargeHolcim w Polsce przygotowali projekt mieszanki betonowej, który miał spełniać zakładane parametry:

- odpowiednie uziarnienie – kruszywo o maksymalnej średnicy ziaren 8 mm,
- konsystencja badana metodą stolika rozpluwowego F5,
- klasa wytrzymałości na ściskanie C20/25,

- odporność na segregację i rozmywanie – stopień wymywania zaczynu < 8%,
- lepkość ograniczająca przenikanie w mieszankę czynników agresywnych.

Już na etapie projektowania zaprawy starano się uwzględnić jak najwięcej czynników mających wpływ na jakość mieszanki, takich jak czas transportu i układania, zmienne warunki atmosferyczne, temperatura i ciśnienie wody. Wszystkie te aspekty były sprawdzane zarówno podczas przeprowadzonych testów laboratoryjnych, jak i w specjalnie przygotowanych basenach odwzorowujących warunki budowy.

Jednym z podstawowych wymagań betonowania w wodzie jest niedopuszczenie do przenikania wody do mieszanki betonowej oraz do wypłukania z mieszanki cementu. Wytyczne dotyczące właściwości reologicznych mieszanek do betonowania podwodnego nie zostały sprecyzowane w żadnych normach europejskich. Stąd też do tego typu betonowań stosuje się wymagania amerykańskie, ujęte w procedurze odporności na wymywanie zaczynu ze świeżej mieszanki betonowej w kontakcie z wodą według ASTM CRD-C 61-89A. Zgodnie z tą procedurą, straty wypłukania mieszanki nie powinny przekraczać 12% masy całkowitej dla betonów zwykłych i 8% dla betonów wysokowartościowych. Procent straty masy określa się w wyniku przeprowadzenia następującej procedury badawczej:

- tubę uzupełnić wodą do wysokości 1700±5 mm (ryc. 1);
- określić masę pojemnika odbiorczego (ryc. 2);
- umieścić próbkę świeżego betonu o masie ok. 2000 g i zagęścić za pomocą pręta (10 uderzeń);
- oczyścić wytłoczoną ilość betonu na zewnątrz pojemnika, a następnie określić masę pojemnika z mieszanką;
- umieścić pojemnik w tubie do momentu styku z wodą, po czym opuścić go na dno tuby i wyciągnąć w czasie 15 s;
- zważyć masę pojemnika. Powtórzyć badanie trzykrotnie.

Wymywanie wyrażamy jako procent masy początkowej z próbki, obliczając go według poniższego wzoru:

$$D = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$$

gdzie:

D – % wymywania,

M<sub>i</sub> – masa próbki przed pierwszym testem,

M<sub>f</sub> – masa próbki po każdym badaniu.

Dla zaprojektowanego składu zaprawy kłamrującej w trakcie kilku badań otrzymano wynik wymywania < 3%.

Proces kłamrowania narzutu kamiennego rozpoczął się w lutym 2016 r. i trwał do października 2016 r. W tym okresie wyprodukowano i dostarczono betonmieszarkami na Pirs Węglowy w Porcie Północnym prawie 4000 m<sup>3</sup> zaprawy pozwalającej na umocnienie wykonanego dna. Proces kłamrowania polegał na wtłoczeniu mieszanki za pomocą pompy tłokowej i rurociągu o długości ok. 160 m na ponton ze szcudłami, ustawiony wcześniej we właściwej pozycji. Na jednostce pływającej znajdowała się specjalnie przygotowana do tego zadania maszyna, wyposażona w przyrządy pozwalające na dostarczenie mieszanki pod wodę i przy użyciu odpowiednich dysz rozprowadzających jej ułożenie na kamiennym narzucie. Głębokość, na jaką dostarczana była zaprawa, to ok. 16,5 m poniżej lustra wody. Układanie mieszanki pod wodą wymaga specjalnych zasad kontroli, które obejmują



Ryc. 1. Tuba do badania



Ryc. 2. Pojemnik cylindryczny



Ryc. 3. Miejsce kłamrowania narzutu kamiennego, fot. Łukasz Zieliński



Ryc. 4. Widok Pirsu Węglowym w Porcie Północnym w Gdańsku, fot. Daniel Owsiak

wszystkie elementy procesu technologicznego. Kontrola jakości mieszanki betonowej odbywała się zarówno w wytwórni, jak i na budowie. Sprawdzane były takie parametry, jak konsystencja, temperatura, gęstość i zawartość powietrza. Pobierano także próbki w celu określenia wytrzymałości na ściskanie.

W podsumowaniu należy podkreślić, że odpowiednia organizacja i przygotowanie się do realizacji pozwoliły uniknąć problemów w produkcji, dostawie i układaniu zaprawy. Dzięki specjalnie opracowanym planom kontroli jakości mieszanka miała stabilne parametry i spełniała postawione jej wymagania. Można więc stwierdzić, że przy odpowiednim zaangażowaniu i współpracy jesteśmy w stanie z sukcesem realizować w Polsce różnego rodzaju betonowania podwodne.

