



# Prefabrykacja żelbetowych segmentów duńskiego mostu w Szczecinie

## – wymagania i realizacja

W artykule opisano produkty wybrane do realizacji budowy drogi dwupasmowej oraz przeprawy mostowej przez Roskilde Fjord w Danii. Omówiono również wyzwania, z jakimi musieli zmierzyć się dostawcy podczas realizacji zamówienia.

**M**ostostal Warszawa S.A. na terenie Szczecińskiego Parku Przemysłowego (była Stocznia Szczecińska Nowa), prowadzi realizację dostaw prefabrykowanych segmentów mostowych na potrzeby inwestycji Duńskiej Dyrekcji Dróg. Projekt „Fjord Link Frederikssund” obejmuje budowę dwupasmowej drogi o długości 9,5 km oraz płatnej przeprawy mostowej o długości 1,4 km przez Roskilde Fjord w Danii. Most wraz z drogą będą pełnił funkcję południowej obwodnicy miasta Frederikssund. Konstrukcja nośna mostu osiągnie długość 1360 m i szerokość 20 m, utworzą ją 492 prefabrykowane żelbetowe segmenty o łącznej wadze 50 tys. ton. Pojedynczy segment ma długość ok. trzech metrów, szerokość 20 m i wysokość 4 m. Wszystkie elementy zostaną dostarczone na miejsce wbudowania w Danii drogą morską. By wykonać prefabrykaty, należało wyprodukować specjalne stalowe szalunki hydrauliczne dedykowane do tej inwestycji.

### Realizacja projektu

Do realizacji dostaw mieszanek betonowych na elementy mostowe wybrane zostało konsorcjum firm Cemex Pol-

ska Sp. z o.o. oraz Thomas Beton Sp. z o.o. Projekt, bardzo ważny dla wszystkich stron, stawiał liczne wyzwania pod względem:

#### a) Wymagań dla betonu

Przy projektowaniu oraz realizacji należało uwzględnić wytyczne duńskiego dodatku do normy EN 206-1 tj. DS2426 oraz duńskiej specyfikacji technicznej. Procedura weryfikacji proponowanych przez producenta betonu receptur mieszanki przebiegała trzyetapowo. I etap to wstępne testy laboratoryjne, testy różnych receptur tak, by wybrać optymalne rozwiązanie. Ważnym parametrem było utrzymanie prawidłowej konsystencji mieszanki betonowej oraz otrzymanie odpowiednich wytrzymałości wczesnych po 12 h – 15 MPa oraz 36 h – 30 MPa. Na tym etapie ściśle monitorowano napowietrzenie mieszanki betonowej tak, by zapewnić jej odpowiednią mrozoodporność. W trakcie tych badań zostały także pobrane próbki do przeprowadzenia badania migracji chlorków. Monitorowany był również przyrost temperatury w czasie związany z ciepłem hydratacji. II etap nastąpił po wyborze wariantu receptury na podstawie testów z etapu I. Etap II polegał na wykonaniu próby



Rys. 1. Wizualizacja konstrukcji mostu – projekt Fjord Link Frederikssund, Dania

poligonowej w trakcie, której wykonano monolityczny element betonowy o objętości 1 m<sup>3</sup>. W trakcie tej próby pobrano próbki betonu zarówno na sprawdzenie podstawowych parametrów, takich jak wytrzymałość, mrozoodporność, jak i próbki na wykonanie badań migracji chlorków. W trakcie tego testu również prowadzony był monitoring przyrostu temperatury we wnętrzu elementu. Przeprowadzono także sprawdzenie struktury napowietrzenia oraz wykonano badania mrozoodporności w soli. III etap polegał już na potwierdzeniu zgodności parametrów w trakcie produkcji docelowych elementów prefabrykowanych.

#### b) Odbioru jakościowego mieszanki betonowej

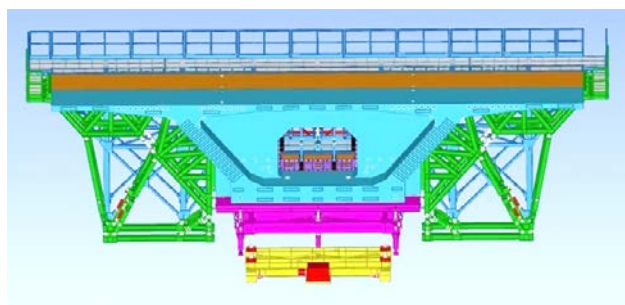
Poza szczegółowymi wymaganiami dla reologii mieszanki betonowej i napowietrzenia wprowadzono na budowie kontrolę parametrów po przepompowaniu mieszanki jako badania weryfikujące jakość materiału do wbudowania. Przy wykonaniu każdego elementu pobierane są próbki do określenia wytrzymałości wczesnej na etapie sprężania oraz normowej po 28 dniach.

#### c) Logistyki dostaw

Całość dostaw realizowana jest z wytwórni zlokalizowanych poza terenem budowy, co wiąże się z dostosowaniem do zmienności czasu transportu, warunków atmosferycznych oraz pogodzenia harmonogramu produkcji wytwórni z specyfiką prefabrykacji.

## Receptury i produkty

Ostatecznie do realizacji dobrano recepturę o klasie wytrzymałości C50/60 w klasach ekspozycji wg EN 206-1: XC4 XS3 XD3 XF4 XA3 i klasie konsystencji S4/S5. W skład mieszanki betonowej wchodzi cement CEM I 42,5N SR3 NA z cementowni Cemex Polska Sp. z o.o., kruszywo drobne 0-2 mm, kruszywo grube łamane



Rys. 2. Schemat przedstawiający wygląd elementu w formie

do 16 mm, dodatki typu II oraz domieszki firmy BASF Polska Sp. z o.o.

Domieszki BASF zostały dobrane na etapie badań wstępnych jako rozwiązanie spełniające wszystkie przedstawione przez zamawiającego wymagania w zakresie utrzymania konsystencji, stabilności napowietrzenia, odpowiedniej struktury napowietrzenia oraz wpływu na uzyskiwane wytrzymałości wczesne i końcowe.

Do realizacji zastosowano takie produkty, jak:

- MasterGlenium SKY 596, który jest superplastyfikatorem utrzymanym w koncepcji Total Performance Control™, zakładającej produkcję betonu o niskiej zawartości wody z zachowaniem wydłużonego czasu urabialności mieszanki betonowej oraz zapewnieniu jej jakości od produkcji na węźle, poprzez transport, zabudowę i proces hydratacji.
- MasterAir 3015 – napowietrzacz należący do grupy związków powierzchniowo czynnych na bazie żywic. Domieszka o wysoce efektywnym działaniu powoduje obniżenie napięcia powierzchniowe wody, co skutkuje podczas mieszania powstawaniem stabilnych mikroporów powietrza regularnie rozmieszczonych w całej objętości betonu.
- MasterX-SEED 100 (stosowana w okresie niskich temperatur) jest zawiesiną wodną zarodków krystalizacji w postaci nanocząstek. Zaprojektowana do przyspieszenia procesu hydratacji cementu we wczesnym stadium (6-12 godzin). Dzięki unikalnej i innowacyjnej technologii zarodkowania wzrost kryształów uwodnionego krzemianu wapnia zostaje zdecydowanie przyspieszony. □