

Sika at work



Metro w Dubaju

Najdłuższe zautomatyzowane metro na świecie
z wykorzystaniem Technologii Betonu Sika





Metro w Dubaju

opracowane przez Bastiana Bichera, Corporate Product Engineer Concrete, Sika Services AG, oraz Hazema Kanana, Business Unit Manager Concrete, Sika UAE

Opis projektu

Dubajskie metro jest największą, w pełni zautomatyzowaną (funkcjonującą bez maszynisty) siecią komunikacyjną na świecie. Obecnie składa się z dwóch linii – Zielonej i Czerwonej – które łącznie mierzą ponad 70 km. Część nadziemna wynosi 58,7 km, a część pod ziemią 12,6 km.

Inauguracja pierwszej części metra, „Linii Czerwonej”, miała miejsce we wrześniu 2009 roku. Kolejne linie będą otwierane stopniowo aż do 2020 roku, kiedy to jest planowane ukończenie całej sieci metra. Wówczas całkowita długość wszystkich linii wyniesie 320 km.

Istotnym elementem budowy poziomej części metra był tunel. Do jego wykonania użyto maszyn drążących (TBM). Tunel został obudowany ponad 53 tys. prefabrykowanymi, betonowymi segmentami (tubingami), do produkcji których wykorzystano ponad 130 tys. m³ wysokowartościowego betonu.

Nadziemna część metra została zrealizowana za pomocą techniki wykorzystywanej do budowy mostu segmentowego o konstrukcji strunobetonowej. Użyto 17 tys. ogromnych, prefabrykowanych, betonowych elementów, z których każdy mierzył ok. 10 m szerokości, 4 m długości oraz ważył ponad 80 ton. Do ich produkcji wykorzystano ponad 700 tys. m³ wysokowartościowego betonu.

Wymagania projektowe

Tubingi

Segmety tunelu wymagały zautomatyzowanej produkcji, obejmującej naparzenie, dzięki czemu mogły być szybko i sprawnie dostarczane na miejsce budowy. Oprócz ściśle określonego tempa produkcji, musiały być również spełnione restrykcyjne wymagania dotyczące jakości betonu – miał osiągać wytrzymałość wczesną minimum 10 MPa w przeciągu 12 godzin.

Elementy mostowe

W przypadku dużych, prefabrykowanych elementów mostowych wymagano estetycznego, jednolitego wykończenia. Ponadto właściwości betonu musiały wykazywać wysoką urabialność (opad stożka minimum 150 mm) i dobrą konsystencję przez ponad godzinę, a także przyrost wczesnej wytrzymałości, co umożliwiłoby szybkie składanie segmentów. Końcowa wytrzymałość na ściskanie dla elementów mostowych została określona na poziomie 70 MPa i musiała być osiągnięta przy niskiej proporcji $w/c < 0.29$. Dzięki temu możliwe było zapewnienie wymaganej, długoterminowej trwałości.

Ściany szczelinowe i podziemne stacje metra

Całkowita ilość betonu zużyta do budowy ścian szczelinowych i stacji podziemnych wyniosła w przybliżeniu 150 tys. m³ dla „Linii Czerwonej” oraz 220 tys. m³ dla „Linii Zielonej”. Największym wyzwaniem stawianym mieszance betonowej było wydłużenie czasu urabialności świeżego betonu do 3-4 godzin. Wynikało to z długiego czasu dostawy, spowodowanego natężonym ruchem i korkami drogowymi w okolicy placu budowy.

Rozwiązania Sika

Technologowie Sika ds. betonu działali w ścisłej współpracy z inżynierami projektu. Wspólnie wykonano intensywny program badań i zaprojektowano specjalne receptury na mieszanki betonowe zarówno dla tubingów tunelu, jak i elementów mostowych.

Dla segmentów tunelu udało się osiągnąć wymaganą wysoką urabialność (opad stożka minimum 150 mm) zachowaną przez ponad godzinę, a także przyrost wczesnej wytrzymałości minimum 10 MPa. Umożliwiło to przeprowadzenie podwójnego cyklu produkcji w ciągu jednego dnia, co podwoiło standardowe tempo pracy.

Recepturę na mieszankę betonową dla dużych elementów mostowych zmodyfikowano w taki sposób, aby utrzymać wyjątkowo wysoką urabialność (opad stożka 215 mm) przez ponad godzinę, nawet przy wymaganej proporcji $w/c < 0,29$. Zapewniło to wysoki stopień płynności dla uzyskania optymalnej gęstości upakowania nawet w miejscach silnie zbrojonych. Ponadto udało się ograniczyć do minimum występowanie porów na powierzchni, dzięki czemu uzyskano jednolite wykończenie, zapewniające wspaniały efekt wizualny.

Do stworzenia wszystkich receptur betonowych dla projektu metra wykorzystano materiał **Sikament® NN** (w przypadku bardzo wysokich temperatur, latem często przekraczających 35° C - **Sikament® NNS**) oraz inne kompatybilne technologie w zakresie domieszek do betonu Sika. Dzięki ich właściwościom udało się sprostać wszystkim wymaganiom stawianym przez producentów betonu prefabrykowanego oraz inżynierów-konsultantów tego prestiżowego projektu.

Rozwiązaniem dla ścian szczelinowych i stacji podziemnych była aplikacja materiału **Sika® ViscoCrete®-3110** o niezwykle niskim dozowaniu - około 1,1% masy cementu.

Sika Products

- **Sikament® NN, Sikament® NNS**
produkty na lato stosowane do realizacji estakad
- **Sikament® NN, Sikament® NNS**
produkty na lato stosowane do realizacji tubingów
- **Sika® ViscoCrete®-3110**
stosowany do realizacji ścian szczelinowych i stacji podziemnych
- **Sikament® R4QV and Sikament® R4QVCD**
stosowany do realizacji betonu „in situ”





Podsumowanie

Metro w Dubaju jest ogromnym krokiem naprzód w zakresie poprawy jakości komunikacji miejskiej w jednym z najszybciej rozwijających się miast na świecie. Poza wspomnianymi typami betonów, wszystkie inne rodzaje mieszanek betonowych, dostarczonych przez Arabian Mix, zostały wyprodukowane z zastosowaniem domieszek Sika, m.in. **Sikament® R4QV** and **Sikament® R4QV CD**. Oznacza to, że Sika zapewnia domieszki do wszystkich klas betonu, które spełniają wszelkie wymagania technologiczne. Oddział Sika w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, będąc głównym dostawcą 14 tys. ton domieszek do betonu, udowodnił, że jest ważnym i godnym zaufania partnerem dla tego i innych ambitnych i prestiżowych projektów.

Sika Poland Sp. z o.o.
Karczkowska 89
02-871 Warszawa
tel +48 22 31 00 700
fax +48 22 31 00 800
www.sika.pl

Uczestnicy projektu

Wykonawca (Roboty budowlane): **Obayashi / Kajima / Yapi Merkezi**
Wykonawca (Estakady): **V.F.R J.V - VSL, Freyssinet, Rizzani De Eccher**
Wykonawca (Tubingi): **ACPI - Associated Concrete Products Industries**
System kolejowy: **Mitsubishi Corporation / Mitsubishi Heavy Industries**
Konsultacje: **Systra/Parsons**
Beton towarowy: **Arabian Ready Mix (Al Ghurair Group)**

Przed zastosowaniem materiałów należy zasięgnąć informacji dostępnych w aktualnych Kartach Informacyjnych. Ze względu na specyfikę rynku, niektóre materiały mogą nie być dostępne w Polsce.

