

mgr Dariusz Rutkowski*

Europejskie doświadczenia z budowy tuneli

Tunel to budowla geotechniczna wykonywana metodą odkrywkową lub drażenia. Do najczęściej spotykanych należą tunele kolejowe, drogowe i kanałowe. Nieodrodnym elementem budowy tuneli jest jego wydrążenie oraz zabezpieczenie betonem. W Europie stosowane są dwie metody budowy tuneli – tarczowa (TBM – *tunnel boring machine*) oraz NATM bądź NÖT (pol. *nowa austriacka metoda tunelowa*).

Beton do budowy tuneli

Do budowy tuneli wykorzystuje się przeważnie 3 rodzaje betonów: **natryskowy; na pierścienie tubingów; do szalunków wewnętrznych.**

Beton natryskowy to beton, który podawany jest przez rury i przewody pod ciśnieniem, a następnie narzucany (natryskiwany) dynamicznie na miejsce wbudowania. Powszechnie stosowane są dwie metody natrysku:

- **na mokro** – gotowa mieszanka betonowa podawana jest do dyszy natryskowej, a następnie natrykiwana jest za pomocą sprężonego powietrza;

- **na sucho** – sucha mieszanka betonowa doprowadzona jest pneumatycznie do dyszy natryskowej, gdzie pod ciśnieniem doprowadza się wodę i natrykuje za pomocą sprężonego powietrza.

W związku z tym, że taki rodzaj betonu powinien jak najszybciej osiągnąć wysoką wytrzymałość, przy obydwu metodach często dodaje się domieszki przyspieszające wiązanie oraz twardnienie. W ostatnich latach przy budowie tuneli wykorzystuje się wyłącznie metodę na mokro, ze względu na korzyści finansowe, większą jednorodność mieszanki oraz mniejszą stratę nałożonej mieszanki przez odprysk. W przypadku betonów natryskowych ustala się klasy wytrzymałości od C20/25 do C35/45 w zależności od projektu. Beton do budowy tuneli powinien być odporny

na środowisko agresywne chemicznie, dlatego też projektanci specyfikują klasy ekspozycji XA. Ponadto w zależności od przeznaczenia tunelu (tunel linii metra, tunel kolejowy, tunel komunikacji samochodowej), stosuje się mieszanki spełniające klasy ekspozycji XC, XD, XS, XF. Podobnie jest z betonami do produkcji tubingów. Elementy te produkowane są w zakładach prefabrykacji, a ich klasa wytrzymałości na ściskanie, to C35/45 do C50/60. Wspólną cechą tych dwóch betonów jest wysoka wytrzymałość wczesna. Beton natryskowy musi jak najszybciej ustabilizować oraz zestalić strop i ściany, natomiast beton na element tubingowy powinien zapewnić jak najszybszą rotację form. Beton do szalunków wewnętrznych nie różni się wiele, jeśli chodzi o wymagania techniczne, natomiast różni go konsystencja przy wbudowaniu (F5, F6).

Ważnym elementem mieszanek betonowych przeznaczonych do budowy tuneli są domieszki chemiczne (superplastyfikatory, przyspieszacze, napowietrzacze oraz opóźniacze wiązania). Często są to domieszki kompleksowe, np.: superplastyfikator + napowietrzacz. Paradoxem może wydawać się fakt, iż niektóre projekty recept w betonach natryskowych w swoim składzie mają domieszkę przyspieszającą oraz opóźniającą. Otóż przy niektórych projektach wydłużony transport mieszanki betonowej wymaga zastosowania domieszki opóźniającej. Następnie przed samym wbu-



„City Tunel Lipsk”, Niemcy

dowaniem do mieszanki dodawany jest przyspieszacz, który pozwala uzyskać pożądaną wytrzymałość początkową.

Realizacjom dużych projektów podziemnych zawsze towarzyszą problemy techniczne. W 2006 r. firma Ha-Be utworzyła zespół specjalistów zajmujących się technologią betonów wykorzystywanych do budowy tuneli pod nazwą Ha-Be Tunnel Team. Jest to grupa odpowiednio wyspecjalizowanych fachowców, których zadaniem jest opracowywanie specjalistycznych domieszek do mieszanek betonowych (beton natryskowy, tubingi, beton zwykły), opracowywanie optymalnych receptur, nadzór nad produkcją oraz wbudowaniem betonów.

Podsumowanie

Z roku na rok w Europie przybywa tuneli zarówno kolejowych, jak i drogowych. Według wielu sceptyków koszt realizacji tych inwestycji jest nieopłacalny i tańszą alternatywą jest budowa tradycyjnych dróg. Warto jednak pamiętać, że korzystając z przejazdu tunelem, skraca się znacznie drogę, oszczędza czas oraz paliwo, a co za tym idzie również środowisko. Budując tunel, nie ponosi się kosztów wykupu działek, utrzymania dróg zimą, zabezpieczenia ich przed lawinami. Zmniejsza się także ryzyko wypadków. Obecne tunele budowane są wg najwyższych standardów bezpieczeństwa wykonania oraz użytkowania, dlatego miejmy nadzieję, iż również w Polsce przyjdzie moda na ich budowę.



Tubingi na budowę „Cityringen”, Kopenhaga

* Ha-Be Polska