

Światowy rekord w tunelowaniu

Gigantyczne tarcze urabiające

prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, mgr inż. Piotr Dańczuk, Dorota Grudziń
Politechnika Świętokrzyska

Poprzednikiem dzisiejszych tarcz urabiających grunt, stosowanych w bezwykopowej budowie wielkośrednicowych rurociągów i tuneli, było urządzenie zaprojektowane przez M.I. Brunela. Maszyna ta umożliwiała w sprzyjających warunkach gruntowych drążenie tunelu poprzez ręczne urobek. Największym osiągnięciem Brunela było wybudowanie za pomocą swojej maszyny tunelu pod Tamizą w Londynie. Praca ta zajęła mu aż 18 lat (1824–1842). Od tamtej pory tarcze urabiające ewoluowały pod względem konstrukcyjnym, co przełożyło się m.in. na wielkość drążonych dzięki nim tuneli oraz tempo realizowanych robót.

Wartym odnotowania faktem było zastosowanie w 1911 r. do wykonania tunelu pod Łabą tarczy o średnicy 6,06 m, co na ówczesne czasy było dużym osiągnięciem. Kolejną rekordowo dużą tarczę – o średnicy 8,72 m – użyto przy budowie Eurotunelu, otwartego w 1994 r. i łączącego Wielką Brytanię i Francję pod Kanałem La Manche. Tarczą o podobnej średnicy, tj. 8,75 m, został wybudowany w tamtym okresie w Niemczech także Belt Tunel. Z biegiem lat budowano nowe tunele, ustanawiając tym samym kolejne rekordy pod względem średnic zastosowanych tarcz urabiających. Ich ewolucję przedstawiono na rys. 1.

Dotychczas największą na skalę światową była tarcza zastosowana do wydrążenia czwartego tunelu pod Łabą w Niemczech. Jego budowę rozpoczęto w październiku 1995 r. Przebiegała ona w kilku etapach, takich jak: produkcja elementów żelbetonowych, montaż tarczy oraz samo mikrotunelowanie, podczas którego wydobyto 410 tys. m³ gruntu. Główne prace budowlane przy tunelu zakończono w 2000 r., natomiast oddanie go do eksploatacji miało miejsce w maju 2002 r.

Zewnętrzna średnica tarczy wynosiła 14,2 m, a długość całego urządzenia 60 m. Jego całkowity ciężar wyniósł 2 600 t, w tym sama tarcza urabiająca ważyła 2 000 t. Tarcza ta była wyposażona

w 111 noży skrawających i 31 świdrów, a wciskanie w grunt odbywało się za pomocą 32 par siłowników hydraulicznych [1]. Urabiany grunt był stabilizowany w komorze kruszenia za pomocą płuczki bentonitowej i wraz z nią transportowany do systemu separacji płuczki, gdzie była ona odzyskiwana w celu ponownego użycia.

Konstrukcję tunelu wykonano poprzez wyłożenie go żelbetowymi segmentami (tubingami) o szerokości 2 m, długości 5,25 m i grubości 0,7 m. Ciężar pojedynczego tubingu wynosił 18 t. Przekrój tunelu składał się z dziewięciu tubingów. Ostatecznie średnica wewnętrzna tunelu wyniosła 12,35 m, a całkowita jego długość 2,6 km. W tunelu zorganizowano dwa pasma ruchu dla pojazdów o szerokości 3,75 m, pasmo postojowe o szerokości 2 m (wykorzystywane w razie potrzeby przez jednostki ratownicze) i dwa chodniki dla pieszych o szerokości 0,5 m i 0,63 m [1].

Ostatnio padł kolejny rekord w zakresie średnicy tarczy urabiającej. Realizacja tego projektu ma miejsce w Madrycie, gdzie w listopadzie 2005 r. rozpoczęła 30-miesięczną pracę tarcza o średnicy 15,2 m. Projekt o nazwie M-30 jest realizowany w gęstej zabudowie mieszkaniowej, a trasa tunelu przebiega pod trzema liniami metra i torami kolejowymi. Minimalna odległość tunelu od istniejącej infrastruktury wynosi tylko 6,5 m. Przeprowadzone badania geologiczne gruntu pod trasą tunelu, o planowanej długości 3,65 km, wykazały obecność glin i gipsów o twardej i sztywnej konsystencji.

Wewnętrzna średnica tunelu została zaprojektowana na 13,75 m, a jego konstrukcja wykonywana jest za pomocą 10 segmentów żelbetowych, tworzących obwód, z których każdy ma długość 2 m. Ze względu na dużą średnicę tarczy i niełatwe warunki gruntowe zdecydowano się na wykonanie konstrukcji tarczy składającej się z dwóch koncentrycznie rozmieszczonych tarcz skrawających (rys. 2) [3].

Wewnętrzna tarcza urabiająca jest zainstalowana w pustym środku zewnętrznej tarczy urabiającej i ma ona możliwość wzdłużnego przemieszczania się. Tarcze poruszają się ruchem obrotowym i są względem siebie niezależne. Każda z nich obraca się z różną prędkością w obu kierunkach rotacji. Moment obrotowy wynosi 125,268 kNm i jest to jeden z największych, jaki udało się uzyskać w urządzeniach urabiających grunt. Regulacja prędkości elementów skrawających tarczy oraz sam fakt zastosowania dwuelementowej konstrukcji przy zróżnicowanych prędkościach w części zewnętrznej i wewnętrznej, gwarantują równomierne i zoptymalizowane urabianie gruntu oraz jego transport na znaczną odległość.

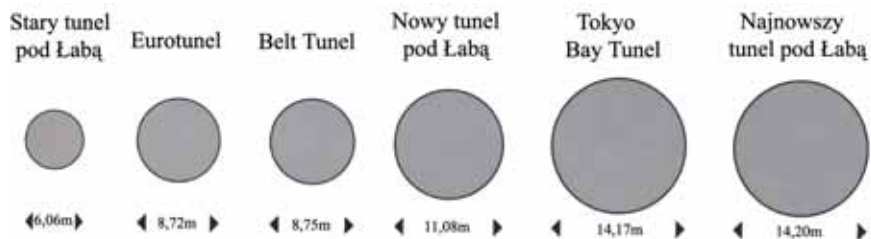


Rys. 2. Tarcza urabiająca zastosowana przy projekcie M-30 w Madrycie [3]

W pierwszym etapie pracę rozpoczyna wewnętrzna tarcza urabiająca, a w momencie, gdy zaczyna się ona obracać, do centralnej jej części dostarczana jest płuczka bentonitowa, która wspomaga urabianie gruntu. Kiedy grunt w części centralnej zostanie urobiony, zaczyna się obracać tarcza zewnętrzna. Płuczka bentonitowa jest również dostarczana do zewnętrznej tarczy, która wspomaga urabianie gruntu, stabilizuje otwór i zmniejsza opory tarcia towarzyszące wbudowaniu nowego tunelu.

Bibliografia

1. 4. Röhre Elbtunnel, folder informacyjny.
2. Die 4. Röhre Elbtunnel, Ein Bauwerk neuartiger Dimension, folder informacyjny.
3. M. Herrenknecht, No-Dig Technologies for urban infrastructures, [w:] *Materiały konferencyjne International Conference and Exhibition on Tunneling and Trenchless Technology*, Subang (Malezja) 2006, s. 35–50.



Rys. 1. Postęp w rozwoju średnic tarcz urabiających stosowanych do budowy tuneli na świecie [2]