

ALPINE – budowniczy tuneli

City-Tunnel Leipzig

Juliusz Sikora, Anna Janas-Karas¹

Budowa stacji Dworzec Główny

Alpine Bau Deutschland, oprócz osiągniętych w ostatnich latach najwyższych kompetencji w budowie obiektów sportowych (m.in. Allianz Arena w Monachium i stadion w Dubaju), specjalizuje się także w budowie tuneli. Niedawno wykonaną inwestycją tego rodzaju był tunel średnicowy pod miastem Lipsk – City-Tunnel Leipzig, odcinek B.

Węzeł kolejowy Lipsk

W 1837 r. wybudowano połączenie kolejowe Lipsk – Althen, dzięki któremu Lipsk stał się drugim na terenie Niemiec węzłem kolejowym. W 1842 r. powstała stacja Leipzig Bayerischer Bahnhof, która jest obecnie najstarszą stacją kolejową w Niemczech. Był to mały dworzec czołowy, do którego docierały pociągi z Altenburga Sächsisch-Bayerische Staats-Eisenbahn. Do czasu powstania projektu trasy średnicowej był on jedynie pomnikiem, ponieważ pociągi już dawno z niego nie korzystały. Po połączeniu kolei Niemieckiej Wschodniej Deutsche Reichsbahn (DR) z kolejami zachodnimi Deutsche Bundesbahn (DB) wykonano kompleksową modernizację dworca, gdzie zbudowano nowocześniejszą elektroniczną nastawnię. Jednak realizacja programów zjednoczenia Niemiec powodowała, że projekt budowy tunelu dla S-Bahn był ciągle odkładany. Mimo to prace projektowe były kontynuowane, aż w 2003 r. ruszyła budowa tunelu określanego

mianem City-Tunnel Leipzig, którego zadaniem było połączenie Dworca Bawarskiego z Dworcem Głównym.

Zleceniodawcą budowy tunelu jest Deutsche Bahn AG, spółka utworzona z połączenia DR i DB w 1994 r.

Tunel pod Lipskiem

Budowa trasy średnicowej w Lipsku została podzielona na trzy odcinki. Odcinek A obejmował budowę ramp przy północnym wlocie trasy tunelu na Station Hauptbahnhof (Dworzec Główny). Odcinek B to cała trasa tunelu między stacjami Station Hauptbahnhof – Station Bayerischer Bahnhof (Dworzec Bawarski) wraz z czterema stacjami przystankowymi. Odcinek C stanowi południowy wlot trasy tunelu wraz z nadziemną stacją Semmelweisstraße.

Prace budowlane na odcinku B, które wykonywała Alpine Bau Deutschland, obejmowały wydrążenie tunelu oraz wybudowanie czterech stacji podziemnych: Station Bayerischer Bahnhof – Station Wilhelm-Leuschner-Platz (Plac Wilhelma Leuschnera) – Station Markt (Rynek) – Station Hauptbahnhof.

Realizacja

Tunel budowany był według skrajni taboru kolejowego, co umożliwi kursowanie pociągów każdego typu. Oprócz szybkiej kolei miejskiej i pojazdów komunikacji regionalnej, z tunelu będą mogły korzystać również pociągi dalekobieżne, pociągi ICE oraz dwupiętrowe.

Nowo wybudowana trasa średnicowa ma łączną długość 5279 m. Długość tunelu, składającego się z dwóch jednotorowych rur wraz z rampami, wynosi 4010 m. Rampy i cztery stacje wykonane zostały metodą wykopu otwartego, natomiast obie rury tunelu metodą górniczą. Obie jednotorowe rury mają średnicę

¹ Alpine Construction Polska.



Trasa budowy metra: 1) Station Bayerischer Bahnhof (Dworzec Bawarski), 2) Station Wilhelm-Leuschner-Platz (Plac Wilhelma Leuschnera), 3) Station Markt (Rynek), 4) Station Hauptbahnhof (Dworzec Główny)

9,0 m każda, drążone były przy pomocy mechanicznej tarczy tunelowej, tzw. TBM, na głębokości dochodzącej do 22,0 m.

Największa część tunelu drążona była przy pomocy tunelowej tarczy wiertącej, którą nazwano „Leoni”. Po raz pierwszy „Leoni” wystartowała w wykopie przy Dworcu Bawarskim. Po przebyciu całej długości trasy pojawiła się ponownie przy Dworcu Głównym, gdzie została zdemontowana i ponownie 9 maja 2008 r. ruszyła drugą nitką tunelu z Dworca Bawarskiego w kierunku Dworca Głównego.

„Leoni”, która wykonywała drążenie, była wspomagana hydraulicznie. Oznacza to, że podczas pracy wytworzone zostało nadciśnienie, które zapobiegało przedostawaniu się wody i kamieni do wyrobiska. Grubość warstwy nad tunelem wahała się w granicach między 8,0 m a 16,0 m. Najmniejsza odległość między fundamentami a stropem tunelu występowała w rejonie garażu podziemnego i wynosiła ok. 2,0 m.

Tunel przecina warstwy żwiru rzeczno, składającego się głównie z sypkich skał klastycznych i piasków bitterfeldzkich oraz zwięzłego iłu. W rejonie żwiru rzeczno i piasków bitterfeldzkich występowały bryły kwarcytowe. Są to nieregularnie rozrzucone bloki o wielkości dochodzącej do 20 m³. Ponadto „Leoni” na swojej drodze napotykała skamieniałe pnie drzew, warstwy węgla brunatnego i sztuczne przeszkody, którymi najczęściej były kotwy lub słupy po dawnych robotach budowlanych.

Właśnie ze względu na trudne warunki geologiczne, które dodatkowo wskazywały na niestabilność czoła przodka i geologiczną niejednorodność, zastosowano tarczę tunelową ze wspomaganiami hydraulicznym w komorze urabiania. Wmontowana za głowicą urabiającą kruszarka mogła rozdrabniać bloki o długościach krawędzi do 80 cm. Długość samej tarczy wynosiła 9,65 m, natomiast całkowita długość maszyny, łącznie ze wszystkimi urządzeniami podążającymi za tarczą, to ok. 65 m.

Ciężar własny tarczy do drążenia wynosił ok. 660 t, cała maszyna ważyła natomiast znacznie więcej – ok. 1100 t. Zasilanie tarczy odbywało się poprzez prąd elektryczny. Moc zainstalowana w tarczy wynosiła 2600 kW, z czego 800 kW służyło jako napęd dla ośmiu elektrycznych silników koła skrawającego. Maszyna przesuwano się do przodu dzięki 14 podwójnym prasom o maksymalnej sile posuwu 65 MN (ok. 6500 t).

Tunel obudowany został jedną warstwą betonowych elementów prefabrykowanych – tubingów. Na jeden tubing składało się siedem dużych bloków oraz mały blok wieńczący – tworzyły one powtarzające się pierścienie. Pierścienie miały grubość 40 cm i były montowane w osłonie płaszcza tarczy, tworząc ostateczne wykończenie tunelu. Zabezpieczenie obiektu przed napływem wody gruntowej zrealizowano poprzez uszczelnienie umieszczone pomiędzy elementami prefabrykowanymi. Dla wykonania całego tunelu zużyto ok. 13 000 sztuk pierścieni o wadze 47 t każdy.



Budowa stacji



Próba ogniowa – obudowa tunelu bez włókien polipropylenowych



Próba ogniowa – obudowa tunelu z włóknami polipropylenowymi po próbie ogniowej

Podczas produkcji tubingów do betonu dodaje się ok. 2 kg włókien prefabrykowanych, co wyraźnie redukuje ilość odprysków powstających podczas pożaru tunelu.

Pozytywne skutki takiego wzbogacania betonu potwierdzają również doświadczenia z innych inwestycji kolejowych, np. w Austrii.

Podczas drążenia nitek tunelu średnicowego w Lipsku spodziewano się, tak jak przy każdej budowie tunelu, powstania niekiedy osiadania. Prawdopodobieństwo jej wystąpienia było tym większe, że drążenie odbywało się w luźnych skałach klastycznych. W tym przypadku nawet bardzo staranne i dokładne wykonanie robót tunelowych nie pozwoliłoby na uniknięcie osiadania gruntu. To zjawisko zależy w szczególności od rodzaju gruntu oraz jego wytrzymałości na ścianie. Po pierwszym przejechaniu tarczy po wyznaczonej trasie tunelu osiadanie wyniosło maksymalnie 20 mm, natomiast po drugim przejechaniu było to już ok. 30 mm. Szerokość niekiedy osiadania wyniosła ok. 60 m,

w związku z tym wszystkie budynki znajdujące się w rejonie trasy tunelu zostały zbadane przez zleceniodawcę jeszcze przed rozpoczęciem robót tunelowych.

Dla przeciwdziałania osiadaniu gruntu zaplanowano wzdłuż trasy tunelu pola podnoszące, które dzięki iniekcjom wysoko-ciśnieniowym spowodowały podnoszenie gruntu.

Jest to technika *compensations grouting*, czyli podnoszenie gruntu. Cały proces przebiega w czterech fazach. Faza pierwsza polega na wypełnieniu pustki powstałej w gruncie podczas drążenia. Kontrolowane podnoszenie wstępne gruntu przeprowadza się w fazie drugiej. W fazie trzeciej w razie potrzeby wykonuje się iniekcje w trakcie drążenia tunelu. Ich zadaniem jest zapobieżenie silniejszemu osiadaniu podkopywanych budynków. Ostatnia faza to wyrównanie pozostałych obniżek gruntu.

Dworce

Na trasie tunelu średnicowego zostaną wykonane cztery podziemne stacje: Station Bayerischer Bahnhof (o długości 215 m), Station Wilhelm-Leuschner-Platz (140 m), Station Markt (140 m), Station Hauptbahnhof (140 m).

Ze względu na położenie terenu budowy w centrum miasta zostały one wykonane metodą wykopu otwartego. W pierwszej kolejności do głębokości 30 m wykonano ściany szczelinowe. Po ukończeniu ścian zewnętrznych stacji, na wyrównanej do profilu gruntu powierzchni wybudowano strop stacji. Po wykonaniu stropu stacji zostały przywrócone pierwotne umocnienia placów i ulic, co umożliwiło przywrócenie na nich ruchu miejskiego. W fazie drugiej prace realizowano pod powierzchnią ziemi. W osłonie stropu stacji wybierany był grunt i trwała dalsza rozbudowa stacji. Prace budowlane na odcinku B rozpoczęły się w marcu 2005 r., planowane zakończenie robót ma nastąpić w połowie 2009 r.

City-Tunnel Leipzig należy do jednych z ważniejszych projektów komunikacyjnych w Niemczech. Wybudowanie tunelu ma posłużyć do reorganizacji całego systemu kolejowego aglomeracji Lipska. Umożliwi on, poprzez kolej miejską i komunikację regionalną, bezpośrednie połączenie z centrum miasta poszczególnych dzielnic i okolicznych miast. Takie rozwiązanie pozwoli na znaczne skrócenie czasu podróży i polepszenie dostępności ważniejszych punktów miasta: lotniska, terenów Nowych Targów oraz Media City. Władze miasta, z uwagi na wytyczne urbanistyczne oraz konieczność uniknięcia wysokiej emisji dźwięku i substancji szkodliwych, podjęły decyzję o budowie trasy podziemnej.

Zdjęcia: Alpine Bau Deutschland



Tarcza tunelowa TBM



Budowa tunelu – obudowa tubingami

ISCHEBECK

TITAN

System iniekcyjnych
mikropali, kotew
i gwoździ gruntowych



Rozwiązania geotechniczne
dla drogownictwa

Nie pozwól, aby to stanowiło wizytówkę
Twojego kontraktu



TITAN POLSKA

TITAN POLSKA SP. Z O.O.

30-349 KRAKÓW
MIŁKOWSKIEGO 3/702

Tel. +48 12 636 61 62
Fax. +48 12 267 05 25

www.titan.com.pl
biuro@titan.com.pl