

Superkret wydrąży tunele pod Warszawą

Centralny odcinek II linii warszawskiego metra będzie liczył 6,1 km. W ramach całego projektu powstanie siedem stacji, dwie komory zawracania, łącznik między pierwszą i drugą linią, wspólna stacja dla obu nitek oraz 600-metrowy odcinek biegnący pod dnem Wisły. Oba równoległe tunele II linii wiercone będą w technologii TBM typu EPB, umożliwiającej drążenie na obszarach wysoko zurbanizowanych.

Budowa podziemnej kolei znacznie ułatwi poruszanie się po Warszawie dwóm milionom jej mieszkańców, a także osobom okazjonalnie odwiedzającym stolicę. Każdego dnia nowym odcinkiem metra będzie mogło podróżować blisko 22,5 tys. pasażerów. W przyszłości planowane jest wydłużenie kolejnych odnóg i ich zakończenie w zewnętrznych dzielnicach, co ułatwi dojazd do centrum miasta tysiącom pracowników mieszkających na obrzeżach stolicy.

Decyzja o lokalizacji stacji i budowie II linii metra została podjęta już w 2006 roku. Wcześniejsze plany zakładały poprowadzenie drugiej nitki pod Wolską i Człuchowską na Woli i Bemowie oraz podział linii metra po stronie praskiej na część północną, biegnącą na Targówek (II linia) i południową na Goławki (III linia). Ostatecznie planowaną II i III linię połączono w jedną całość, przesuając wolską część kolejki pod ulicę Górczewską. Centralny odcinek od ronda Daszyńskiego do dworca Wileńskiego pozostał bez zmian.

W kwietniu 2007 roku ogłoszono konkurs na uproszczony projekt koncepcyjny odcinka centralnego, którego zwycięzcą zostało konsorcjum BP Metroprojekt – AMC Chołdzieński. W kwietniu 2009 roku wyłoniono natomiast generalnego wykonawcę włosko-turecko-polskie konsorcjum: ASTALDI S.p. A. , GÜLERMAK Ağır Sanayi İnşaat ve Taahhüt A.Ş. i Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów Sp. z o.o. z Mińska Mazowieckiego. Pierwsze prace ruszyły w 2010 roku. Koszt całej budowy ponad 6-kilometrowego odcinka oszacowano na 800 mln euro.

Technologia

Budowa centralnego odcinka II linii metra w Warszawie prowadzona będzie w gęstej zabudowie, pod ruchliwymi ulicami, a nawet pod dnem rzeki. Dlatego do drążenia tuneli wybrano najnowocześniejszą dostępną na świecie technologię TBM (Tunnel Boring Machine) maszyn skrawających typu EPB (równoważących ciśnienie gruntu i wody), wykluczającą osuwanie się gruntu, a nawet jego drgania. Na całej trasie linii powstanie siedem stacji: Rondo Daszyńskiego, Rondo ONZ, Świętokrzyska (stacja przesiadkowa między liniami metra), Nowy Świat (najgłębiej położona stacja metra, zlokalizowana 6 pięter pod ziemią – 30 metrów), Powiśle, Stadion i Dworzec Wileński. W sumie wydrążone zostaną dwa bliźniacze tunele jednotorowe. Geologiczny przekrój terenu wymaga zastosowania maszyn i tarcz, które pokonają piaski, wapienie, iły, skały polodowcowe i kurzawki. Zmechanizowana tarcza TBM waży kilka tysięcy ton, drąży i buduje za to kilkanaście metrów gotowego tunelu na dobę i jest pełnym przeciwieństwem tzw. tarcz ręcznych wykonujących 2 metry tunelu dziennie, wykorzystywanych podczas budowy I linii metra w Warszawie. Tarcze zmechanizowane, pracujące na świecie od wielu lat, są używane nie tylko przy budowie metra, ale także przy drążeniu tuneli drogowych (na przykład pod Łabą w Hamburgu, na obwodnicy Moskwy). Po raz pierwszy maszyna TBM pracowała w roku 1964, na budowie tunelu metra pod Tamizą w Londynie. Praca urządzeń skrawających TBM opiera się na dwóch fazach – drążenia i układania obudowy tunelu. Wybierany przez tarczę materiał za pomocą przenośnika ślimakowego transportowany jest do taśmociągu i przenoszony na zewnątrz. W tym samym czasie siłowniki hydrauliczne, pod naciskiem dochodzącym do 400 barów, przesuwały tarczę do przodu, umożliwiając jej nieprzerwaną pracę. Wykonane ze zbrojonego betonu elementy kołnierza tunelu instalowane są za pomocą maszyny pod osłoną zewnętrznego pancerza tarczy. Po ułożeniu kolejnych żelbetowych pierścieni, maszyna





fol. Archiwum



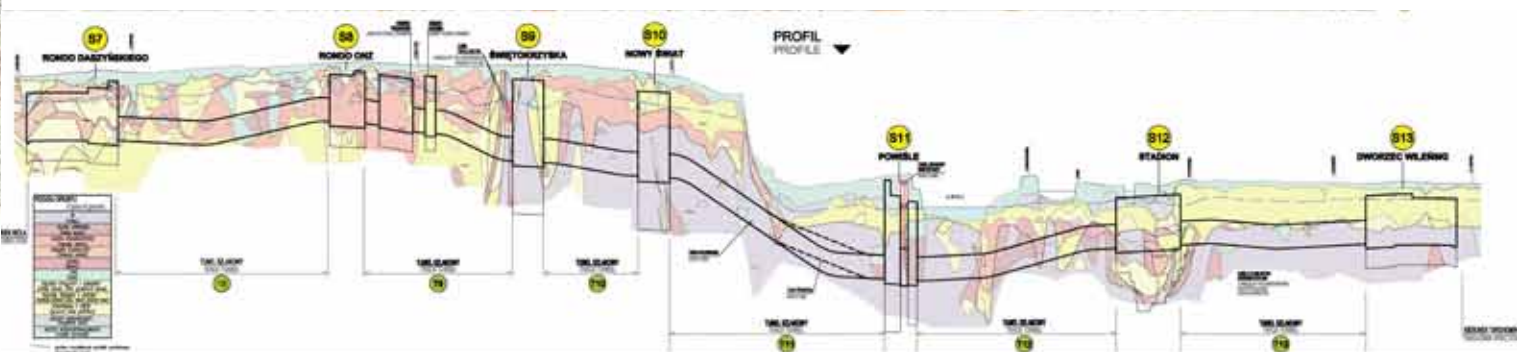
fol. Archiwum

jest w stanie sama odepchnąć się od nich i kontynuować drążenie bez pomocy z zewnątrz. Dłgie na kilkadziesiąt metrów zaplecze maszyny pozwala bowiem na jej ciągłą i nieprzerwaną pracę. Sama tarcza drążąca napędzana jest silnikami hydraulicznymi za pośrednictwem specjalnej przekładni, co pozwala uzyskać moment obrotowy na poziomie 5460 kN/m. Dzięki temu noże i dyski tnące wykonane ze stali o bardzo dużej wytrzymałości mogą rozdrabniać każdy grunt, jaki napotkają na swojej drodze. Każdy z noży waży ok. 250 kilogramów, a ich zużycie sygnalizowane jest przez czujki. W razie konieczności, za pomocą specjalnych dysz umieszczonych w tarczy, maszyna może wstrzykiwać w grunt wodę oraz pianę, ułatwiające drążenie. Warunki oraz postęp prac są stale monitorowane przez czujniki mierzące ciśnienie w komorze tarczy, nie dopuszczając do zmiany kierunku drążenia. Ten czuły system błyskawicznie reaguje na zmiany warunków geologicznych. Ponadto czujniki sprawdzają moment obrotowy tarczy, pracę przenośnika oraz skład urobku. Po wydrążeniu odpowiedniego odcinka tarcza wraz z przenośnikiem ślimakowym zatrzymują się, a uruchamia się moduł układający pierścienie tunelu. W Warszawie każdy z nich będzie składał się z sześciu prefabrykowanych elementów (pięć + tak zwany klin, montowany jako ostatni). Elementy transportowane są z tyłu maszyny do specjalnego, próżniowego dźwigu przy głowicy maszyny, który układa je na dedykowanych im miejscach. Pozwala to na sprawne i mechaniczne budowanie kotłowni. Montaż każdego z pierścieni żelbetowej konstrukcji odbywa się za pomocą tego samego schematu. Urządzenie układające, zwane erektorem, odbiera element z podajnika i układa go w odpowiednim miejscu, naprzemiennie po jednej i po drugiej stronie tunelu, dociskając wszystkie ostatnim, szczytowym elementem, zwanym klinem. Zakłada się, że średnia zewnętrzna średnica tunelu będzie miała 6,1 m wraz z obudową.

Ostona tarczy zabezpiecza proces układania elementów przed naciskiem gruntu czy wpływem wód gruntowych. W końcowym odcinku głowicy tarczy znajdują się uszczelnienia, które wypełniają wolną przestrzeń pomiędzy świeżo ułożonymi, żelbetowymi elementami tunelu a obudową tarczy. Ta przerwa wypełniana jest na bieżąco podczas pracy urządzenia poprzez wtryskiwanie specjalnej zaprawy za pomocą wysokociśnieniowych dysz. Takie rozwiązanie pozwala osiągnąć niespotykaną w innych technologiach stabilność gruntu oraz gwarantuje pełną szczelność tunelu. Z punktu widzenia pracy urządzenia TBM typu EPB interesujący jest także proces transportu urobku na zewnątrz tunelu. Odbywa się on dzięki zapleczu, które podąża tuż za głowicą tarczy, na specjalnych rolkach wspartych o ściany tunelu. Urobek za pomocą taśmociągów złożonych z trzech pasów transmisyjnych, z których ostatni, najdłuższy może mieć nawet 30 km długości, transportowany jest na powierzchnię. Praca urządzenia monitorowana jest na mostku dowodzenia przez operatorów kierujących maszyną, którzy do pracy wykorzystują nawigację satelitarną.

Krecia robota

Z uwagi na fakt, iż obszar, którym przebiega planowany centralny odcinek II linii metra to teren o zmiennej morfologii, w ramach optymalizacji prac projektowych wykonawca przeprowadził serię badań stratygraficznych stref stacji, których brakowało w dokumentacji przetargowej. Na przełomie marca i kwietnia 2010 roku wykonano badania geotechniczne a następnie szereg testów w celu wyznaczenie parametrów fizycznych terenu. Nowe badania pozwoliły na sformułowanie szczegółowych wniosków na temat sytuacji geologicznej i hydrogeologicznej terenu, a także jego sztywności, co okazało się kluczowe dla użycia urządzeń skrawających TBM.





Ma-
szyna wy-
posażona w tar-
czę o zewnętrznym
promieniu 6,3 m, projekto-
waną specjalnie na potrzeby
kolejnych stacji, drążyły średnio
10 metrów tunelu dziennie, two-
rząc wyrobisko o kolistym kształ-
cie. Przy drążeniu tuneli centralnego odcinka II li-
nii metra w Warszawie wykorzystane zostaną trzy
tarcze, a właściwie trzy maszyny drążące (TBM)
długości 120 metrów (każda z maszyn drążących
kosztować ma około 13 milionów euro), które zo-
stały wyprodukowane w zakładach Herrenknechta
w niemieckim Schwanaue.

Drążenie przebiegało będzie w odpowiednich fa-
zach. TBM 1 zostanie wprowadzony pod ziemię
przez szyb na rondzie Daszyńskiego i zacznie drą-
żyć prawy tunel w kierunku stacji Powiśle, z prze-
rwą na wykonanie połączenia z pierwszą linią me-
tra. Następnie tarcza zostanie zdemontowana i po-
nownie wprowadzona na szlak dokopujący się do
Powiśla. TBM 2 zostanie wprowadzony pod ziemię
miesiąc po TBM 1 drążąc lewy tunel, aż do Powi-
śla. Ze względów bezpieczeństwa obie tarcze nie
mogą pracować równoległe obok siebie. TBM 3,
złożony już na stacji Powiśle, będzie drążył tunel
do Dworca Wileńskiego, przy stadionie, gdzie cze-
ka go demontaż. Stamtąd samochodami zostanie
przetransportowany ponownie na stację Powiśle,
skąd wydrąży drugi, bliźniaczy tunel.

Właściwe prace ziemne rozpoczęły się od budowy
szybu startowego przy stacji „Rondo Daszyńskie-
go”, którą zlokalizowano wzdłuż ulicy Prostej, po
zachodniej stronie węzła komunikacyjnego. Kolej-

ne stacje od strony Woli w kierunku Wisły będą bu-
dowane coraz głębiej, ze względu na konieczność
drążenia tunelu siedem metrów pod dnem koryta
rzeki oraz z uwagi na przejście II linii pod istnieją-
cą już linią I, najgłębiej, bo 30 metrów pod ziemią
powstanie stacja Nowy Świat.

Pomimo wypytania się stacji i ich zagłębienia,
wymagane jest zapewnienie płynnego pokonywa-
nia trasy przez pociągi metra. Podobne problemy
trzeba było pokonać podczas budowy I linii war-
szawskiego metra. Tunel łączący stację Pola Mo-
kotowskie ze stacją Politechnika został zbudowa-
ny pod Trasą Łazienkowską, a tunel między sta-
cją Politechnika a stacją Centrum, pod kolejową li-
nią średnicową, co również wymuszało różnicę za-
głębień.

Tym razem jednak dodatkowym, istotnym utrud-
nieniem, które wykonawca musiał wziąć pod uwa-
gę już na etapie planowania inwestycji, jest orga-
nizacja Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej w 2012
roku. Inauguracja turnieju zbiegnie się akurat
z półmetkiem prac przy budowie centralnego od-
cinka II linii metra. Nie zważając na to wykonaw-
ca będzie musiał zadbać, aby wszystkie, wskazane
przez komitet organizacyjny miejsca, byłyostęp-
ne i w pełni przejezdne.

Dawid Hajok

