

Geodezyjna obsługa przez firmę Polservice Geo tarcz TBM (tunnel boring machine) w Łodzi

Karmimy informacją maszyny drążące

Maszyna TBM „Faustyna” 17 lutego zakończyła drążenie pierwszego z pięciu tuneli kolejowych pod centrum Łodzi. Udział w tym sukcesie mieliśmy też my – geodeci z Polservice Geo.

Andrzej Dąbrowski

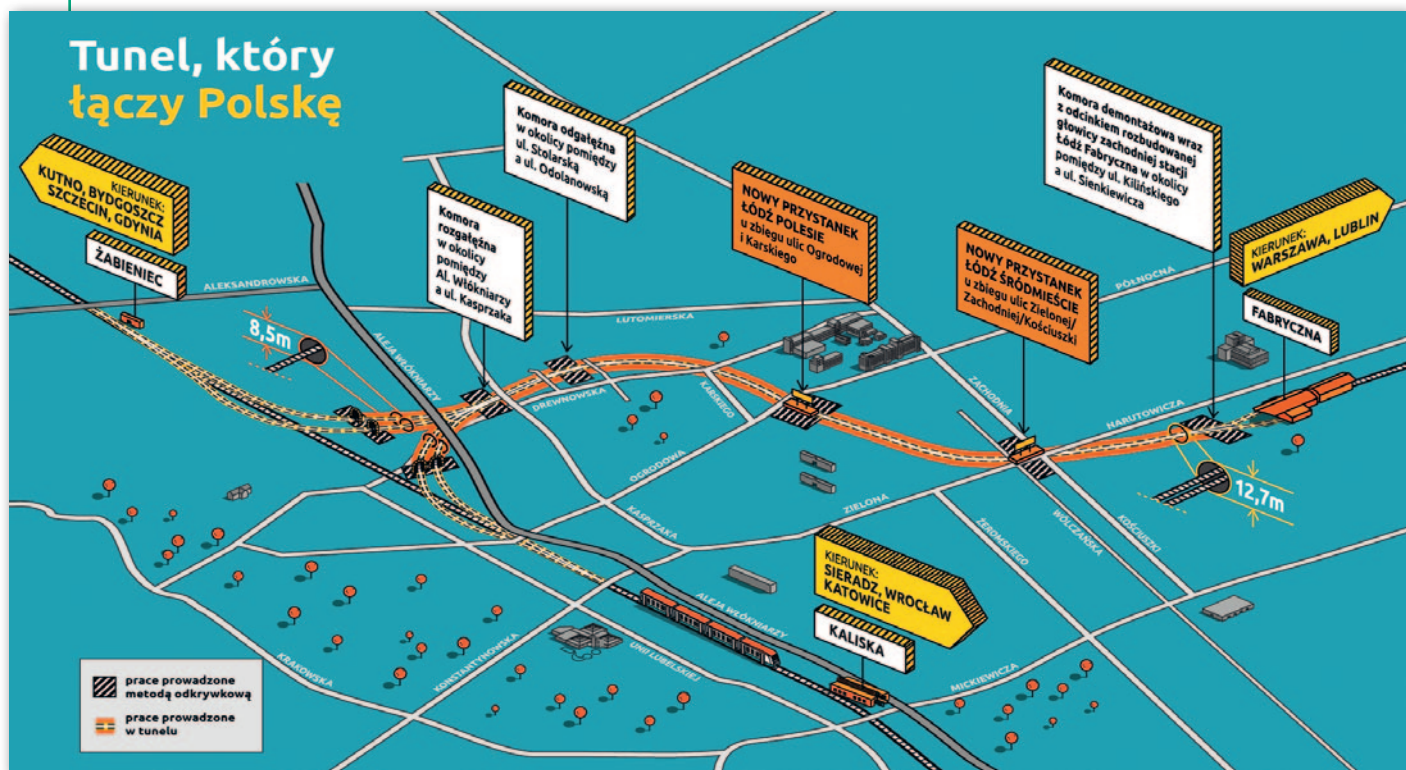
Nowe linie kolejowe biegnące częściowo w tunelach i łączące główne stacje w mieście powstają w ramach inwestycji wartej ponad 1,5 mld zł. Jest ona realizowana przez spółkę PKP Polskie Linie Kolejowe i współfinansowana z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Dzięki tym nowym liniom przez ścisłe centrum Łodzi będą mogły jeździć

pociągi lokalne, regionalne oraz dalekobieżne. Miasto zyska wygodne połączenia kolejowe na osiach wschód–zachód (przez stacje Łódź Widzew, Łódź Fabryczna i Łódź Kaliska) oraz północ–południe (przez stacje Łódź Widzew, Łódź Fabryczna i Łódź Żabieniec). Przejazd pociągiem między stacjami będzie krótszy, wzrośnie też liczba pociągów i częstotliwość ich kursowania. Nowe podziemne połączenia, które powstają w ramach przedsięwzięcia, przyczynią się także do zmniejszenia

liczby pojazdów na ulicach. A to wpłynie na poprawę bezpieczeństwa ruchu samochodowego i tramwajowego w mieście, obniżenie kosztów transportu oraz ograniczenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko.

• Prowadzenie tarczy

Wydrążony już przez „Faustynę” odcinek łączy Łódź Kaliską z dwutorowym tunelem głównym w kierunku Łodzi Fabrycznej. Ma on 940 m długości i śred-



Prace budowlane realizowane w Łodzi w ramach projektu „Udrożnienie łódzkiego Węzła Kolejowego (TEN-T), etap II”



Inwestycja w samym sercu Łodzi

W ramach projektu „Udrożnienie łódzkiego Węzła Kolejowego (TEN-T), etap II, odcinek Łódź Fabryczna – Łódź Kaliska/Łódź Żabieniec” powstaną:

- dwutorowy tunel o długości ok. 3 km od stacji Łódź Fabryczna, przez przystanki Łódź Śródmieście i Łódź Polesie, do rejonu ulicy Odolanowskiej;
- cztery tunele jednotorowe o łącznej długości ok. 4,5 km, od komory rozjazdowej przy ulicy Włókniarzy do linii kolejowej nr 15 w kierunku Łódź Żabieniec i Łódź Kaliska;
- trzy nowe podziemne przystanki w centrum Łodzi – Łódź Śródmieście (u zbiegu ulic Zielonej/Zachodniej/Kościuszki), Łódź Polesie (u zbiegu ulic Ogrodowej/Karskiego) i Koziny (u zbiegu ulic Włókniarzy/Drewnowskiej);
- 17 km torów;
- niezbędne inwestycje drogowe – przebudowa układu drogowego i infrastruktury w związku z budową tunelu i nowych przystanków;
- nowe lub zmodernizowane urządzenia sterowania ruchem kolejowym (SRK), urządzenia przeznaczone do detekcji stanów awaryjnych taboru kolejowego (DSAT), urządzenia przewodowej łączności alarmowej, system nagłośnienia, system sygnalizacji i gaszenia pożaru;
- nowa/rozbudowana sieć trakcyjna i układ zasilania sieci trakcyjnej;
- obiekty inżynierskie niezbędne do wybudowania tunelu podziemnego wraz z włączeniem go do linii nr 15 Łódź Żabieniec – Łódź Kaliska (tunele, mosty, wyjścia awaryjne, mury oporowe, itp.).

Źródło: PKP PLK

Zespół geodetów z Polservice Geo przed tarczą maszyny TBM „Faustyna” tuż po przebieciu pierwszego tunelu, 17 lutego 2022 r.

nicę 8,5 m. Podczas drążenia usunięto ponad 220 tys. m³ gruntu i wykorzystano 4284 tubingi – półkoliste elementy, które tworzą pierścienie tunelu. Obsługa geodezyjna TBM polega zasadniczo na dostarczaniu do systemu nawigacyjnego VMT informacji o przestrzennym położeniu tarczy drążącej. Naszym zadaniem jest nadawanie współrzędnych tzw. bracketom, na których montowane są elementy nawigacyjne systemu VMT – tachimetr robotyczny i lustra. Przed startem zadania pracownicy Polservice Geo zostali przeszkoleni w zakresie geodezyjnej obsługi przez producenta tarcz – firmę Herrenknecht.

Nie ma innej możliwości prowadzenia TBM, jak z wykorzystaniem ciągu wiszącego. Dlatego tak ważne jest dbanie o precyzję pomiarów. Milimetrowy błąd na wejściu do tunelu szybko może urosnąć do wielu centymetrów u celu. Jednak w Polservice Geo posiadamy odpowiedni sprzęt i wiedzę, aby do tego nie

dopuścić. W efekcie uzyskaliśmy zaledwie 2-centymetrowy błąd „na wyjściu” z niemal kilometrowego tunelu – to tyle co średnica jednozłotowej monety.

W Łodzi obsługujemy w trybie ciągłym (24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu) obie maszyny TBM: małą „Faustynę” o średnicy 8,82 m oraz dużą „Katarzynę” o średnicy 13,04 m. Praca przy nich zasadniczo się nie różni, system nawigacyjny zastosowany w obu tarczach jest ten sam. Jedyną odmianą to przestrzeń, jaką mamy do dyspozycji przy pomiarach, dlatego też na co dzień określamy tarcze jako „małą” i „dużą”.

● Wstęp do drążenia

Nim jednak przystąpiliśmy do prowadzenia tarcz, wykonaliśmy wiele innych prac. Rozpoczęliśmy w lipcu 2020 r. od przygotowania mapy do celów projektowych oraz założenia osnowy realizacyjnej. Sieć realizacyjną – ze względu na wymagania dokładnościowe określone



Widok ściany okularowej w jednym z szybów rozgałęźnych

w specyfikacji inwestycji – nawiązaliśmy do poziomej i wysokościowej państwowej osnowy geodezyjnej. W sumie składa się ona z 92 punktów i obejmuje obszar całej inwestycji (160 ha). Część to zaadaptowane punkty osnowy miejskiej, dla pozostałych (w zależności od lokalizacji) wykonaliśmy stabilizację ziemną (głębokość ponad 1,5 m) lub w istniejącej infrastrukturze miasta. We wszystkich przypadkach zastosowaliśmy znak umożliwiający jednoznaczny pomiar wysokości. Współrzędne punktów wyznaczyliśmy z wykorzystaniem statycznych technik GNSS, pomiarów kątowno-liniowych oraz niwelacji geometrycznej (precyzyjnej). Całość wyrównaliśmy metodą najmniejszych kwadratów w układzie sieci jednorzędowej. Przeciętny sytuacyjny błąd położenia punktu wyniósł 6 mm, a wysokościowy – 0,1 mm.

Dodatkowo dla poszczególnych komór lub stacji tworzymy tzw. ramy. Bazują

one na istniejących już punktach osnowy realizacyjnej, jednak mierzone są i wyrównane ponownie, aby uzyskać błąd położenia punktu nie większy niż 2 mm.

Przed rozpoczęciem drążenia wykonaliśmy jeszcze precyzyjne pomiary tzw. baz, które są odmianą ram. Służą one do podziemnego prowadzenia tarcz TBM pomiędzy komorami lub stacjami. Pomierzaliśmy również same maszyny TBM zaraz po złożeniu na placu budowy (ze względu na wielkość przyjechały w segmentach). Celem było skalibrowanie całego systemu drążenia z systemem nawigacji – odtworzenie geometrii tarczy.

• Ludzie i sprzęt

Bieżącą obsługę inwestycji wykonuje 10 geodetów (kierownicy, geodeci, asystenci). W przypadku pojawienia się prac dodatkowych lub specjalistycznych (pomiary statyczne GNSS, niwelacja precyzyjna, monitoring) wspierani jesteśmy

przez kolegów z Warszawy. Do precyzyjnych pomiarów wykorzystujemy tachymetry robotyczne o dokładnościach 1" i 0,5". Ponadto posługujemy się oczywiście odbiornikami GNSS, niwelatorami i precyzyjnymi pionownikami.

Cała inwestycja ze względu na rozmiar i różnorodność jest wymagająca. Najtrudniejsze jest jednak utrzymanie dokładności drążenia tunelu, która w specyfikacji została określona na +/- 10 cm.

• Do 2023 roku

Postęp drążenia w dużej mierze zależy od warunków geotechnicznych. Maszyny przechodzą przez zróżnicowany teren: zawodnione grunty, twarde i duże głazy, piaski. Specjalna konstrukcja tarcz zapobiega jednak osiadaniu terenu, osuwaniu się ziemi i drganiom. Wykonawca na bieżąco monitoruje też teren i dokonuje pomiarów drgań, ale za te prace nie odpowiadają już geodeci z Polservice Geo.



Początek tunelu dwutorowego

„Katarzyna”, ta większa maszyna drążąca dwutorowy tunel od ulicy Odolanowskiej do stacji Łódź Fabryczna, kończy pierwszy odcinek łączący komorę Odolanowską ze stacją Polesie (885 m). Natomiast „Faustyna” została obrócona o 180° i w maju rozpocznie drażnienie tunelu tym razem w kierunku stacji Łódź Żabieniec. Po jego zakończeniu zostanie wyjęta na powierzchnię, przeniesiona przez tory, obrócona i po włożeniu do komory wykona jeszcze dwa tunele z grubszą równoległe do tych już przez nią wydrążonych. Aktualnie termin zakończenia inwestycji wyznaczony jest na 2023 rok. Oczywiście będziemy zaangażowani do końca i wszystkie prace zwięźczymy inwentaryzacją powykonawczą.

Dla naszej firmy inwestycja w Łodzi to kolejne tunelowe wyzwanie w ostatnich latach. Wcześniej zrealizowaliśmy obsługę tunelu w ciągu Zakopianki [GEODETA 01/2020 – red.] oraz pod warszawskim Ursynowem [GEODETA 08/2020 – red.]. Ze względu na różne technologie wykonywania poszczególnych tuneli trudno jednoznacznie stwierdzić, która z obsług była najbardziej wymagająca. Zakopianka była realizowana metodą górniczą kontrolowanej deformacji, a trasa pod Ursynowem – metodą podstropową. Na pewno jednak nie można powiedzieć, że są to prace geodezyjne, którym łatwo sprostać.

Inż. Andrzej Dąbrowski
Polservice Geo



Fragment dużej tarczy TBM „Katarzyna” i tachimetr dostarczający danych systemowi nawigacyjnemu VMT