

TUNELE



PIERWSZY

Z PIĘCIU TUNELI JUŻ WYDRAŻONO



PARTNERZY TEMATU SPECJALNEGO



KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA
GEOTECHNICZNE DLA INFRASTRUKTURALNYCH
OBIEKTÓW PODZIEMNYCH



CYLINDRYCZNE SZACHTY
W TECHNOLOGII ŚCIANY SZCZELINOWEJ



ODWODNIENIA GŁĘBOKICH WYKOPÓW



■ ŁUKASZ MADEJ
Wydawnictwo INŻYNIERIA



Z TEKSTU DOWIESZ SIĘ:

- ✓ z jakich technologii korzystają wykonawcy,
- ✓ jak przebiega budowa podziemnych przystanków,
- ✓ jaki jest nowy termin zakończenia prac.

TBM

(ang. *Tunnel Boring Machine*) jest maszyną do drążenia tuneli wyposażoną w tarczę skrawającą z wodoszczelnymi osłonami (bywają maszyny z dwoma), obracającą się w zakresie 1–10 obr/min oraz w osprzęt wspomagający. Za nią znajduje się komora (może być zamknięta pod ciśnieniem lub otwarta), a dalej m.in. urządzenia do usuwania urubku, kabina sterowania, kolejka do podawania prefabrykowanych elementów tunelu. Zwykle jest wykorzystywana w twardym, skalistym podłożu, jednak stosuje się ją również w kruchych i niestabilnych gruntach, także przy dużym stopniu ich nawodnienia. Wytrzymuje nacisk w zakresie 300–500 MPa.

Tunel średnicowy w Łodzi wykonują dwie TBM wyprodukowane przez firmę Herrenknecht – mniejsza wykonuje cztery nitki dla linii jednotorowych, a większa jedną dla linii dwutorowej.

Keller Polska wykonuje tzw. bloki uszczelniające przejścia tarczy TBM w technologii iniekcji strumieniowej jet-grouting soilcrete (robocza nazwa bloki typu Plug in, Plug Out). Zrealizowano je dla komór w osiach 21,22,17,18 oraz w miejscach konieczności wykonania serwisu tarczy TBM.

TUBING

Element cylindrycznej obudowy tunelu lub kanału wykonanej z metalu lub żelbetu. Połączone tubingi tworzą pierścien stanowiący ścianę kanału. Wykonywane są w zakładach prefabrykacji. W łódzkim tunelu średnicowym duża TBM układa pierścienie złożone z ośmiu segmentów, a mała z sześciu.

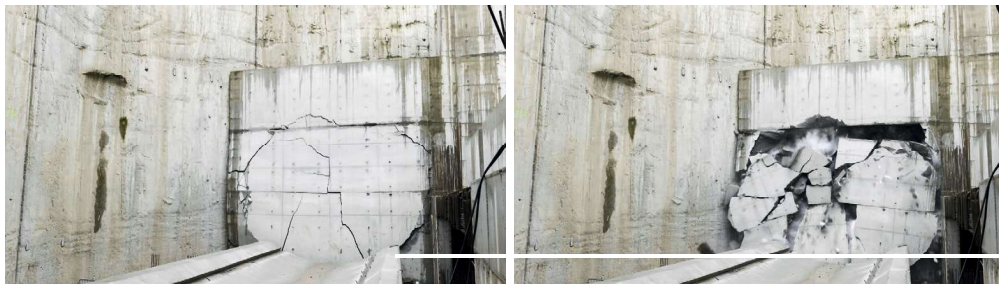
Produkcja obudów w zakładzie firmy Pekabex odbywa się w systemie karuzelowym z jedną mobilną linią, złożoną z ośmiu przystanków. Przygotowane zbrojenie wkładane jest do formy i transportowane na wózek technologiczny do ułożenia i zagęszczenia betonu. Następnie prefabrykat umieszcza się w komorze wraz ze specjalną uszczelką, w której przechodzi przyspieszoną obróbkę cieplną przy użyciu pary. W dalszym ciągu następuje dwudniowe składowanie, w celu uniknięcia szoku termicznego. Po zakończeniu procesu, kontrola jakości sprawdza, czy nie ma odstępstw od zakładanych parametrów.

BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE I GEOTECHNICZNE

Przed podjęciem prac budowlanych niezbędne są badania geologiczno-inżynierskie i geotechniczne prowadzone metodami polowymi i laboratoryjnymi. Ich analiza i interpretacja pozwalają na opracowanie jakościowego i ilościowego modelu geologicznego z informacjami o rodzajach gruntów i skał.

W badaniach podłoża gruntowego podstawową metodą jest sondowanie CPTu umożliwiające kalkulację nośności różnego rodzaju pali (np. CFA, przemieszczeniowych, wielośrednicowych).

Większą precyzję wyznaczania parametrów odkształceniowych gruntu zapewniają sondowania DMT. Stosuje się też sondowania FVT i dynamiczne.



W grudniu 2016 r. pasażerowie zaczęli korzystać z dworca Łódź Fabryczna. Na budowę obiektu wydano 1,75 mld zł. Dworzec może odprawić nawet 200 tys. pasażerów dziennie, czyli aż 20 razy więcej niż to miało miejsce przed rozpoczęciem robót. Był to jeden z elementów większego planu. Już za mniej więcej dwa lata Łódź Fabryczna ze stacji końcowej zamieni się w obiekt przelotowy, a przez ścisłe centrum będą jeździć pociągi regionalne i dalekobieżne (na osi wschód–zachód i północ–południe). Umożliwi to budowany obecnie tunel średnicowy. Podziemny obiekt będzie składać się z pięciu korytarzy. Pierwszy z nich już wydrążono.

BUDOWA TUNELU ŚREDNICOWEGO

Cała podziemna kolejowa trasa w Łodzi będzie mieć prawie 7,5 km długości. Została wyznaczona od dworca Łódź Fabryczna, przez skrzyżowanie ulic Zielonej i Zachodniej, dalej w kierunku al. Włókniarzy i Manufaktury aż do Łodzi Kaliskiej i Żabieńca. Budowana jest przez dwie maszyny TBM (ang. *Tunnel Boring Machine*), którym nadano imiona Katarzyna i Faustyna. Większa z nich, Katarzyna, posiada tarczę o średnicy 13,04 m i zbuduje dwutorowy tunel. Obiekt pobiegnie od Łodzi Fabrycznej, przez Łódź Śródmieście i Łódź Polesie, do rejonu ul. Odolanowskiej. Katarzyna wydrąży 2,7-kilometrowy tunel, najdłuższy w ramach tej inwestycji. Do tej pory pokonała około 500 m.

Zadanie Faustyny (tarcza o średnicy 8,76 m) polega na budowie czterech jednotorowych tuneli w kierunku Łodzi Kaliskiej i Łodzi Żabieńca. Ich łączna długość wyniesie 4,5 km. Pierwszy z tuneli już wydrążono (do przebicia doszło w połowie lutego br.). Obiekt ma 940 m długości, stanowi odcinek, który połączy dwutorowy tunel główny w kierunku Łodzi Fabrycznej ze stacjami Łódź Kaliska i Łódź Żabieniec. W ramach drążenia wykorzystano 4284 tubingów – prefabrykowanych żelbetonowych elementów, które tworzą kolejne pierścienie obudowy tunelu. Do tego usunięto ponad 220 tys. m³ gruntu.

PRACA W RÓŻNYCH WARUNKACH

W najgłębszym miejscu tory zostaną ułożone około 26 m pod powierzchnią terenu. Postęp prac maszyn TBM zależy m.in. od przeszkód, z jakimi muszą sobie radzić. W miejscu przyszłego tunelu w Łodzi panują zróżnicowane warunki gruntowe. Stwierdzono występowanie warstw gruntów nawodnionych, a także twardych i dużych głazów. Kluczowe dla pracy TBM są urządzenia monitorujące i kontrolujące, które utrzymują dokładny przebiegu tunelu. Poza tym cały czas kontrolowany jest także wpływ budowy tunelu na otoczenie. Wykonawca na bieżąco monitoruje teren sąsiadujący z budową, dokonując pomiarów przemieszczeń i drgań.

Jak tłumaczy inwestor, dzięki zastosowaniu technologii TBM zminimalizowana została ingerencja w tzw. żywą tkankę



KOMENTARZ EKSPERTA

HANNA ZDANOWSKA

prezydent Łodzi

Łódź się zmienia. Konsekwentnie intensyfikujemy prace przy przebudowie i rewitalizacji miasta, a także realizujemy kolejne inwestycje – drogowe, mieszkaniowe i kolejowo-komunikacyjne. Dlatego bardzo cieszy mnie fakt, że w nową wizję naszego miasta i jego metamorfozę włączyły się także Polskie Koleje Państwowe. Po uruchomieniu wyremontowanego dworca kolejowego Łódź Fabryczna, naturalną kontynuacją rozwoju Łodzi jest budowa tunelu średnicowego, który – oprócz fundamentalnego znaczenia dla infrastruktury kolejowej (połączenia dwóch największych łódzkich dworców kolejowych) – będzie również pełnił bardzo ważne funkcje dla usprawnienia publicznej komunikacji w naszym mieście. Inwestycja jest imponująca – przeprawa kolejowa pod Łodzią o łącznej długości 7,5 km, którą nazywamy łódzkim metrem, będzie najdłuższym tego typu obiektem w Polsce. Trzy podziemne stacje będą wyznaczały jego trasę, a kilometry torów to nowe kierunki podróży i szybki transport publiczny. Prace idą pełną parą, a po ich ukończeniu Łódź będzie 15-minutowym miastem – tyle mniej więcej zajmie przejazd przez nie nowym tunelem. Ta inwestycja znacznie podniesie atrakcyjność Łodzi w oczach inwestorów, stworzy nową jakość dla usprawnienia poruszania się po mieście, a dla łódzian i coraz liczniej odwiedzających nas turystów będzie znaczącym ułatwieniem w przemieszczaniu się.

**TUNEL W ŁODZI W LICZBACH**

- 7,5 km** – łączna długość tunelu średnicowego
- 3 km** – długość odcinka dwutorowego
- 4,5 km** – łączna długość czterech odcinków jednotorowych
- 13,04 m i 8,76 m** – średnice dwóch tarcz maszyn TBM
- 2260 ton** – waga większej maszyny
- 650 ton** – waga mniejszej maszyny
- 26 m** – największa głębokość, na jakiej znajdują się tory

MONITORING DRGAŃ

Pomiary drgań wykonuje się z wykorzystaniem czujników drgań tzw. drganiomierzy, za pomocą których kontroluje się roboty budowlane w kontekście zagrożenia dla okolicznych budowli. Montuje się je na elementach nośnych monitorowanej konstrukcji, jak najbliższej źródła drgań. Detektor rejestruje prędkości i częstotliwości drgań w trzech prostopadłych do siebie kierunkach (Z – pionowy, Y – równoległy do osi obiektu, X – prostopadły do osi ściany). Przykładowy zakres pomiarowy to częstotliwość 1–350 Hz, prędkość do 250 mm/s, a częstotliwość próbkowania – 4096 Hz. Podczas drążenia tuneli pod Łodzią odczyty z czujników są przesyłane on-line do centrum monitoringu. Jeśli budynki na powierzchni będą zagrożone, TBM przerwie prace.

WZMACNIANIE PODŁOŻA

Istnieje szereg metod wzmocnienia podłoża i fundamentów. Stosuje się kolumny żwirowe i żwirowo-betonowe, kolumny DSM, kolumny przemieszczeniowe CSC, wibroflotację, zagęszczanie dynamiczne, wymianę dynamiczną, zagęszczanie impulsowe, drenaże prefabrykowane czy mieszanie objętościowe, a także iniekcję strumieniową (jet-grouting) polegającą na mieszaniu gruntu z zaczynem wtłaczanym strumieniowo pod wysokim ciśnieniem powyżej 30 MPa. Nie wywołuje ona drgań podłoża i pozwala na wzmocnienie nawet silnie nawodnionego gruntu. Celem wzmocnienia podłoża jest, w ujęciu ogólnym, dostosowanie podłoża do wymagań stawianej na nim konstrukcji. Przed wyborem rozwiązania prowadzi się badanie warunków gruntowych w kilku etapach.

Na potrzeby obiektu stacji Śródmieście spółka Keller Polska wykonała podchwycenie fundamentów obiektów sąsiadujących z głębokimi wykopami w technologii jet-grouting. Planuje także realizację iniekcji kompensacyjnej Soilfrac – metody wtryskiwania w podłoże zaczynu cementowego w celu stabilizowania i zmniejszenia osiadania konstrukcji znajdujących się powyżej w trakcie kopania tunelu.

WENTYLACJA

Jest niezbędnym wyposażeniem każdego tunelu. Może być grawitacyjna, a także mechaniczna (ta druga może wspierać pierwszą): wzdłużna – powietrze przepływa wzdłuż tunelu, poprzeczna – ruch powietrza jest poprzeczny, a półpoprzeczna łączy obie te metody. Wentylacja poprzeczna wykorzystuje oddzielne kanały powietrzne, aby wprowadzić do wnętrza tunelu świeże powietrze i odprowadzić zużyte. Wymaga dużych pomieszczeń wentylacyjnych i przestrzeni na poprowadzenie kanałów. Tańsza jest wentylacja półpoprzeczna (kanały powietrzne dostarczają odpowiednią ilość powietrza do rozcieńczenia zanieczyszczeń). W przypadku pożaru wentylatory pracują w układzie rewersyjnym, aby wydobyc dym i zapewnić bezpieczne środowisko użytkownikom tunelu.

WENTYLACJA POŻAROWA I BYTOWA

System wentylacji obejmuje m.in. wentylatory główne, wentylatory strumieniowe i tunelowe, zasilacze urządzeń pożarowych, klapy odcinające i klapy wentylacji pożarowej, tłumiki służące do oddymiania oraz system przeznaczony do wytwarzania i utrzymywania nadciśnienia w przestrzeniach chronionych zapobiegający ich zadymieniu.

KOMENTARZ EKSPERTA

HUBERT TOMCZAK

dyrektor zarządzający Soletanche Polska



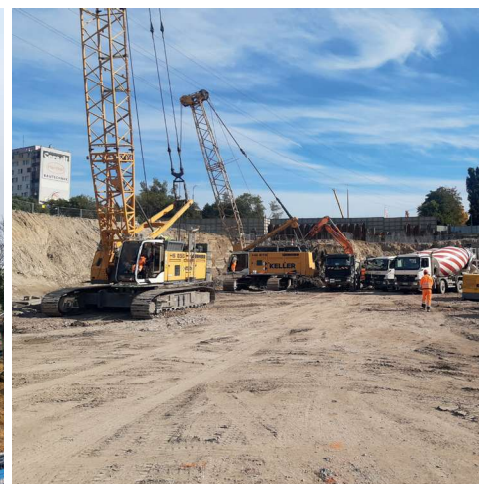
Naszym zadaniem, jako partnera geotechnicznego, jest pomóc klientom w dobrym przygotowaniu się do zadania. W przypadku realizacji komory Odolanowskiej bardzo wcześnie usiedliśmy do rozmów z generalnym wykonawcą, dzięki temu mogliśmy przygotować przemyślaną koncepcję, która da nam wszystkim korzyści. Pozwoli „kupić czas” podczas realizacji prac geotechnicznych, ale też przyspieszy roboty ziemne i żelbetowe. Komorę Odolanowską stanowią dwa cylindryczne szachty o średnicy 30 m wraz z łącznikiem pomiędzy komorami oraz baret w technologii ścian szczelinowych. Wykonano 76 sekcji ścian szczelinowych o maksymalnej głębokości 35 m (w tym 47 sekcji ściany grubości 150 cm) oraz 70 baret zagłębionych do 43 m. Już po wykonaniu pierwszego szachtu klient miał twarde dowody, że rozwiązanie się sprawdziło. Zapewne sprawiło to, że stało się ono referencyjnym dla pozostałych komór realizowanych przez naszą konkurencję. Trzeba dodać, że generalny wykonawca wsłuchał się również w nasze potrzeby i przygotował nam świetną platformę roboczą, dzięki której zyskaliśmy czas, ponieważ mogliśmy sprawnie operować maszynami na placu. Dzięki współpracy zyskaliśmy zaufanie, co pozwoliło nam na pozyskanie kolejnych zakresów prac na tej inwestycji.

miejską oraz możliwość kolizji z podziemną infrastrukturą (jak sieci wod-kan, energetyczne, ciepłownicze czy gazowe).

WIĘKSZA LICZBA PRZYSTANKÓW

Choć pierwotny projekt zakładał budowę dwóch, to ostatecznie postanowiono, że w tunelu średnicowym znajdują się trzy przystanki. W przypadku każdego z nich roboty już się odbywają. Na budowie przystanku Łódź Śródmieście (zbieg ulic Zielonej, Zachodniej i Kościuszki)

w ostatnim czasie rozpoczęto m.in. realizację ścian szczelinowych. Perony tego obiektu znajdują się na głębokości 20 m. W ramach przystanku Łódź Polesie (Ogrodowa/Karskiego; tory: -21 m) rozpoczęto wydobywanie gruntu. Ściany szczelinowe tworzą już zewnętrzny korpus przystanku, przygotowano też stropy – górny oraz oddzielający poziom -1 od poziomu -2. Na przystanku Łódź Koziny (Włókniarzy/Drewnowskiej; tory: -26 m) zaczęło się wykonywanie ścian szczelinowych zewnętrznej konstrukcji, a także realizacja



PROF. DR HAB. INŻ. ANNA SIEMIŃSKA-LEWANDOWSKA

Politechnika Warszawska

Powstające obecnie w Łodzi tunele kolejowe są elementem inwestycji opisanej jako udrożnienie Łódzkiego Węzła Kolejowego (TEN-T), Etap II, Odcinek Łódź Fabryczna – Łódź Kaliska/Łódź Żabieniec. Budowa połączenia stacji Łódź Fabryczna, która jest tzw. dworcem czołowym, z pozostałymi dworcami jest bardzo potrzebna i wpłynie na poprawę komunikacji w mieście oraz zwiększy ruch tranzytowy KDP przez Łódź. Dzięki zaplanowaniu trzech podziemnych przystanków w obszarze centrum Łodzi nowa linia będzie pełnić rolę taką jak metro. Olbrzymią zaletą jest decyzja o budowie tuneli, a nie prowadzenie trasy po powierzchni terenu lub na estakadach. Wpisuje się to w ogólnoświatowy trend wykorzystania przestrzeni podziemnej w miastach na cele transportowe. Uwolnione w ten sposób tereny, które zajęłaby linia kolejowa, mogą być wykorzystane na inne cele, np. na rekreację czy budownictwo mieszkaniowe lub sportowe. Zmniejszy się również oddziaływanie ruchu kolejowego na ludzi i tkankę miasta. Ograniczony zostanie wpływ na środowisko – głównie hałas i zapylenie. Bardzo się cieszę, że władze Łodzi wraz z PKP PLK podjęły decyzję o tak trudnej i kosztownej inwestycji.

Na świecie władze miast dążą do „schowania” pod ziemię transportu publicznego, jednocześnie zwiększając jego przepustowość. Świetnym, najbliższym nam przykładem, są budowy linii metra Crossrail czyli Elisabeth line w Londynie oraz Grand Paris Express w Paryżu. Miasta te mają gęstą sieć metra, a jednak zdecydowano o budowie kolejnych, głębszych linii zapewniających zwiększenie przewozów pasażerskich oraz połączenie kluczowych punktów, takich jak lotniska, dzielnice biznesowe, ośrodki akademickie i dworce. Łódź wyśmienicie realizuje założenia o zrównoważonym rozwoju miasta, budując 7,5 km tuneli z wykorzystaniem nowoczesnych metod drążenia tarczami zmechanizowanymi, czyli TBM. Jest to olbrzymie przedsięwzięcie i mam nadzieję, że inne miasta Polski (Wrocław, Kraków) pójdą za tym przykładem. Coraz częściej jest nam ciasno na powierzchni terenu, a z przestrzeni podziemnej nie korzystamy w dostatecznym stopniu. Tam jest jeszcze mnóstwo miejsca, a możliwości techniczne pozwalają na schodzenie coraz głębiej.

**BARTŁOMIEJ SIERADZKI**

Dyrektor oddziału ścian szczelinowych Keller Polska

Trwają prace geotechniczne Keller Polska na budowie przystanku osobowego „Łódź Koziny” dla postępowania pn. „Udrożnienie Łódzkiego Węzła Kolejowego”

Budowa tego tunelu to kolejny etap prac, które mają na celu poprawę przepustowości Łódzkiego Węzła Kolejowego. Projekt obejmuje budowę 7,2 km linii kolejowej wraz z potrzebną infrastrukturą. Wzdłuż torów łączących Łódź Fabryczną z Łodzią Kaliską i Łodzią Żabieniec powstaną też trzy nowe przystanki: Łódź Zielona, Łódź Ogrodowa oraz Łódź Koziny.

Firma Keller Polska z powodzeniem realizuje kolejne obiekty inżynieryjne na potrzeby przebudowy Łódzkiego Węzła Kolejowego (w skrócie „LWK”). Początkowo do zakresu prac geotechnicznych należało wykonanie kompleksowej dokumentacji projektowej, niezbędnej do wykonania robót zgodnie z kontraktem głównym oraz następnie wykonanie tychże prac na podstawie własnych projektów wykonawczych. Na potrzeby komory odbiorczej w osi K21 oraz komory startowej w osi K22 w roku ubiegłym wykonano: obudowę wykopu w postaci ścian szczelinowych oraz zbrojonej pionowej przesłony również w technologii ścian szczelinowych, uszczelnienia w technologii iniekcji wysokociśnieniowej jet grouting, przejścia tarczy TBM (ang. Tunnel Boring Machine) w postaci bloków Soilcrete, kotwienia obiektów na wypór w postaci baret fundamentowych, zabezpieczenia stateczności ścian szczelinowych za pomocą tymczasowych kotew gruntowych.

Następnie Keller przystąpił do realizacji projektów wykonawczych oraz samych prac specjalistycznych związanych z wykonywaniem trzeciego przystanku osobowego „Łódź Koziny”. Wykorzystano te same w/w technologie, ale na nieporównywalnie większą skalę. Na ukończeniu jest wykonywanie obudowy głębokiego wykopu około 28 m (ściany szczelinowe gr. 1200 mm). Jesteśmy w trakcie realizacji tymczasowych kotew gruntowych oraz baret fundamentowych, których głębokości dochodzą nawet do 46 m poniżej poziomu platformy roboczej! Do wykonania pozostaje również gęsta siatka mikropali samowierzących na potrzeby kotwienia obiektu na wypór.

Łódzki Węzeł Kolejowy to tunel, który łączy Polskę. Inwestycja w Łodzi jest współfinansowana z programu operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Dzięki nowemu tunelowi skróci się czas przejazdu pociągów w aglomeracji łódzkiej, rozszerzona zostanie również oferta przewozowa dla pasażerów. Zakończenie budowy planowane jest w 2022 r.



ŚCIANY SZCZELINOWE

Ściany szczelinowe powstają przy użyciu tzw. głębiarki. W miejsce wydrążonej szczeliny wprowadzana zostaje klatka zbrojeniowa, która następnie zalwana jest betonem. W ten sposób powstaje konstrukcja zabezpieczająca wykop przed osuwaniem się ziemi. W Łodzi Soletanche Polska wykonał m.in. dwa szachty (średnica 30 m, użyto 3100 m³ betonu i ponad 200 ton stali w kosztach zbrojeniowych). Zastosowano w nich najgrubsze ściany szczelinowe w Polsce – 1,5 m. Choć zwykle takie obiekty mają kształt prostokąta lub kwadratu, firma zdecydowała się na przekrój okrągły. Dzięki temu nie trzeba stosować rozparć i stropów pośrednich, co ułatwia prace ziemne i żelbetowe. Łącznik między komorami także wykonano metodą ścian szczelinowych. Wykorzystano system ciągłego złącza wodoszczelnego CWS (ang. *continuous water-stop*).

Na potrzeby Łódzkiego Węzła Kolejowego firma Keller wykonała w 2021 r. ściany szczelinowe dla komór w osi K21 i K22, realizuje ściany szczelinowe o grubości 1,2 m na potrzeby przystanku Koziny i planuje kolejne dla komory w osi K17. Na każdym z tych obiektów dodatkowo realizowane są bariery fundamentowe, tymczasowe kotwy gruntowe oraz pionowe przegrody przeciwnieprzepuszczalne w technologii ścian szczelinowych.

PRZEGRODY PRZECIWFILTRACYJNE

Zapobiegają przenikaniu wody gruntowej (lub jej ograniczają) do wykopów. Mogą być pionowe i poziome. Pierwsze (z zaczynu cementowo-bentonitowego) sprawdzają się przy płytce zalegających warstwach gruntów nieprzepuszczalnych. Na większych głębokościach wykonuje się te drugie metodą iniekcji wysokociśnieniowej.

Przesłony przeciwnieprzepuszczalne wykonuje się metodami wgłębnej mieszania gruntu (CDMM – Trencher, panele CSM, kolumny DSM), krokową głębiarkami do ścian szczelinowych, wykopu wąskoprzestrzennego (szczeliny ciągłej), jet-grouting, a rzadziej metodą WIPS (wibracyjnie iniektowana przegroda szczelinowa) czy iniekcji niskociśnieniowej.

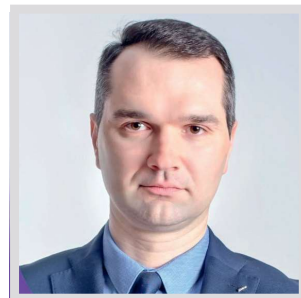
ODWODNIENIA

Systemy odwodnień najczęściej wykonuje się igłofiltrami stosowanymi do wyodrębnienia wody z jednorodnej i przepuszczalnej gleby. Wokół igłofiltera tworzy się podciśnienie, dzięki któremu można gromadzić ciecz znacznie szybciej niż grawitacyjnie. Popularne są systemy drenażu pionowego do odprowadzania wód podziemnych z różnych poziomów i jednoczesnego odwodniania wszystkich poziomów gleby, a także poziomego montowanego na dnie wykopu budowlanego. Obie metody można łączyć. System studni depresyjnych stosuje się w odwodnieniu terenów na głębokościach od 8 m i na długi czas. Pompowanie wody z najniższego punktu otworu (kilkadziesiąt metrów) pozwala zachować niezbędny poziom wód gruntowych na placu budowy przy użyciu niewielu szeroko rozstawionych studni.

KOMENTARZ EKSPERTA

MARIUSZ SERŻYSKO

członek zarządu, dyrektor PBDiM Mińsk Mazowiecki



Z uwagi na zastosowaną tarczę o średnicy aż 13 m kluczowa jest kwestia bezpieczeństwa realizacji tej inwestycji. Długość całego tunelu średnicowego, biegnącego pod miastem, wynieść ma 7,5 km, w tym, zgodnie z koncepcją, powstać ma jeden dwutorowy (2,6 km) tunel drążony pod ścisłym centrum, łączący dworce kolejowe Łódź

Fabryczna i Łódź Kaliska. Jest to jeden z problemów, jednakże na tę kwestię wykonawca ma wpływ poprzez swoje działania. Inną sprawą jest wzrost kosztów realizacji inwestycji. Umowę na projekt i budowę tunelu średnicowego PKP PLK podpisały z wykonawcami – konsorcjum firm PBDiM Mińsk Mazowiecki oraz Energopol Szczecin – pod koniec 2017 r., natomiast przetarg ogłoszony był w roku 2016, wyconę przedsięwzięcia wykonywano w oparciu o warunki rynkowe tamtego okresu.

W kontrakcie nie ma bezpośredniej klauzuli waloryzacyjnej, uruchamiającej pokrycie ponoszonych przez wykonawcę dodatkowych nakładów finansowych związanych z inflacją czy obecnie, dodatkowo, wojną w Ukrainie. Pomimo iż jest to projekt kolejowy, to materiałami strategicznymi, ze względu na rodzaj prowadzonych prac, są stal, cement, miedź, aluminium, elektronika, których wzrost cen przekracza wysokość inflacji (w niektórych przypadkach ceny wzrosły dwukrotnie). Dodatkowe wyzwanie stanowią koszty robocizny oraz dostęp do niej w związku z sytuacją w Ukrainie. Rozmawiamy teraz z zamawiającym na temat mechanizmu, jak wyliczyć wzrost kosztów budowy, by móc ten kontrakt dokończyć. Bez współpracy z PKP PLK oraz Ministerstwem Infrastruktury, przy tak dynamicznym wzroście kosztów i sytuacji geopolitycznej, będzie o to trudno. Tunel powstaje do słownie krok po kroku.

płyty stropowej. Budowa przystanków oraz komór startowych i odbiorczych obu maszyn TBM realizowana jest pod osłoną wgłębnej odwodnienia opartego na studniach depresyjnych.

Poza tym w ramach całej tej inwestycji ułożonych zostanie 17 km torów, przewidziano też przebudowę układu drogowego i infrastruktury w okolicach przystanków.

Zgodnie z pierwszymi planami, tunel w Łodzi miał być gotowy w grudniu 2021 r. Najpierw na przeszkodzie stanęły jednak

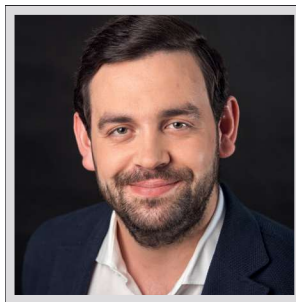
kłopoty ówczesnego lidera konsorcjum wykonawczego, które zakończyły się jego upadłością. Potem wybuchła pandemia koronawirusa, co w czasie przeciągnęło początek drążenia oraz wydanie pozwolenia na budowę jednego z przystanków. Do tego, w styczniu tego roku w trakcie robót na przystanku Łódź-Śródmieście natrafiono na fundamenty Wielkiej Synagogi, która została podpalona i zburzona przez Niemców podczas II wojny światowej. Obiektu z XIX w. po wojnie już nie

Jak tłumaczy inwestor, dzięki zastosowaniu technologii TBM zminimalizowana została ingerencja w tzw. żywą tkankę miejską oraz możliwość kolizji z podziemną infrastrukturą (jak sieci wod-kan, energetyczne, ciepłownicze czy gazowe).



WOJCIECH WALCZAK

project manager, Soletanche Polska



Dla naszej firmy obecnie największym wyzwaniem jest realizacja stacji w ścisłym centrum miasta, w bliskim sąsiedztwie zabytkowych łódzkich kamienic. Rekordowa grubość ścian szczelinowych (150 cm) ma zabezpieczyć budynki przed nadmiernym osiadaniem oraz drganiami związanymi z pracą TBM i późniejszą eksploatacją tunelu. Dużym utrudnieniem spowalniającym prace jest gęsta sieć podziemnej infrastruktury miejskiej, co wymusza realizację licznych przekładek, niezbędnych do wykonania zakresu geotechnicznego.

odbudowano, a do tej pory w tym miejscu funkcjonował parking. Urząd Miasta Łodzi zapewnił, że z istnienia fundamentów zdawano sobie sprawę, musiano jednak wstrzymać roboty mogące mieć wpływ na pozostałości po Wielkiej Synagodze.

W nowym harmonogramie przewidziano, że najważniejsze roboty w ramach budowy tunelu średnicowego w Łodzi mają zakończyć się w 2023 r. Potem, mniej więcej rok

zostanie poświęcony na prace wykończeniowe i wyposażanie obiektu w różnego rodzaju systemy, w tym bezpieczeństwa czy przeciwpożarowe. Następnie przyjdzie pora na testy i odbiory. Jeśli wszystko ułoży się zgodnie z tym planem, tunel zostanie włączony do ruchu od początku sezonu przewozowego 2024/2025. Pociągi będą poruszać się w nim z prędkością do 100 km/godz. Budowa pochłonie ponad 1,4 mld zł. |

ODWODNIENIA WYKOPU

Realizacja komór startowych maszyn TBM oraz przystanków wiąże się z koniecznością wykonania wykopów do głębokości 30 m poniżej powierzchni terenu. Roboty ziemne i konstrukcyjne wymagają obniżenia zwierciadła wody gruntowej i utrzymania jego bezpiecznego poziomu do czasu zrównoważenia naporu hydrostatycznego przez konstrukcję obiektu. Dobór metody tymczasowego odwodnienia wykopu uzależniony jest od jego głębokości oraz stwierdzonych warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Projekty, w których wymagane obniżenie zwierciadła wody jest małe (nieprzekraczające 3-4 m), mogą być realizowane pod osłoną systemów odwodnienia opartych na pompach powierzchniowych lub na igłofiltrach. W przypadku obiektów realizowanych w ramach tunelu średnicowego wymagane obniżenie zwierciadła wody przekracza 20 m i konieczne jest stosowanie odwodnienia przy pomocy studni depresyjnych i zainstalowanych w nich pomp głębinowych.



WJ GROUNDWATER
Ekspert w Odwodnieniach

ZAKRES REALIZACJI

Komora montażowa dużego TBM

Komora montażowa małego TMB w osi 21

Komora montażowa małego TMB w osi 22

Przystanek Polesie, Przystanek Koziny, Przystanek Śródmieście

ZOBACZ
FILM Z REALIZACJI

**REALIZACJA ODWODNIEŃ WYKOPÓW W RAMACH INWESTYCJI**

„Udrożnienie Łódzkiego Węzła Kolejowego (TEN-T), Etap II, Odcinek Łódź Fabryczna – Łódź Kaliska/Łódź Żabieniec”