Fundamenty pod historię – Keller przy budowie Muzeum Powstania Wielkopolskiego 1918–1919

Zespół budynków Muzeum Powstania Wielkopolskiego 1918–1919 powstaje w centrum Poznania. Jego realizacja wymaga zastosowania kompleksowych, zaawansowanych rozwiązań geotechnicznych umożliwiających bezpieczne wykonanie głębokiego wykopu.

Tomasz Copija
kierownik projektu, Keller Polska

Inwestycja realizowana jest z inicjatywy Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego oraz Samorządu Województwa Wielkopolskiego. Generalny wykonawca obiektu to Adamietz S.A. Oddział Poznań. Nowy kompleks muzealny w rejonie ulic Północnej i Księcia Józefa będzie pełnił funkcję nowoczesnej przestrzeni ekspozycyjnej i edukacyjnej. Prawie 30% powierzchni obiektu, czyli ok. 3000 m², zajmie ekspozycja stała, natomiast pozostała część przeznaczona będzie na działalność edukacyjną, zaplecze konferencyjne, pracownie konserwatorskie, magazyny zbiorów oraz przestrzenie administracyjne. Charakterystyczną cechą projektowanego obiektu jest jego znaczne zagłębienie w gruncie. Tego typu rozwiązania stosowane są często w przypadku współczesnych muzeów, czego przykładem są m.in. Muzeum II Wojny Światowej w Gdańsku czy Muzeum Józefa Piłsudskiego w Sulejówku. Wymaga to jednak zastosowania zaawansowanych i kompleksowych rozwiązań geotechnicznych umożliwiających bezpieczne wykonanie głębokiego wykopu.

JEDNE Z NAJTRUDNIEJSZYCH WARUNKÓW GRUNTOWYCH W CENTRUM POZNANIA

Warunki gruntowo-wodne w miejscu realizacji inwestycji okazały się szczególnie wymagające. W podłożu występowały m.in. grube warstwy nasypów niekontrolowanych (dochodzące nawet do 8,0 m poniżej poziomu istniejącego terenu) oraz grunty organiczne o znacznej miąższości. Dodatkowym utrudnieniem była duża zmienność warstw geotechnicznych, znaczące zróżnicowanie rzędnych terenu oraz obecność pozostałości historycznej infrastruktury podziemnej. Istotnym czynnikiem wpływającym na sposób zabezpieczenia wykopu był również bardzo wysoki poziom wód gruntowych. Zwierciadło wody znajdowało się praktycznie w rejonie korony projektowanych ścian szczelinowych. Wynika to m.in. z bliskiej odległości inwestycji od doliny rzeki Warty. W trakcie przygotowań do realizacji robót geotechnicznych okazało się również, że rzeczywisty poziom wody gruntowej jest wyższy, niż wynikało to z pierwotnej dokumentacji projektowej. Na podstawie pomiarów piezometrycznych wykonanych przed rozpoczęciem robót konieczne było wprowadzenie zmian projektowych. W części obiektu, zgodnie z kierunkiem spływu wód gruntowych, zwiększono grubość ścian szczelinowych z pierwotnie projektowanych 80–100 cm. Decyzja ta została wypracowana wspólnie przez wykonawcę robót geotechnicznych, generalnego wykonawcę oraz inwestora.

KONCEPCJA ZABEZPIECZENIA WYKOPU

W związku z projektowanym zagłębieniem obiektu konieczne było wykonanie wykopu o głębokości ok. 9–10 m na większości powierzchni oraz do prawie 12 m w rejonach największych przegłębień płyty fundamentowej. Zaprojektowany system zabezpieczenia wykopu oparto na współdziałaniu kilku technologii geotechnicznych. Obwodową konstrukcję wykopu stanowiły ściany szczelinowe o głębokości dochodzącej do ok. 20 m. Ściany te pełnią jednocześnie funkcję docelowej konstrukcji części podziemnej budynku. Kluczowym elementem systemu była pozioma przesłona przeciwfiltracyjna pod dnem wykopu, wykonana w technologii wysokociśnieniowej iniekcji strumieniowej (jet grouting). Kolumny iniekcyjne utworzyły ciągłą przesłonę typu jet plug na całej powierzchni wykopu. W połączeniu z obwodowymi ścianami szczelinowymi utworzono w ten sposób technologicznie szczelny układ umożliwiający prowadzenie prac ziemnych w warunkach kontrolowanego, minimalnego technicznie dopływu wody. W projekcie dopuszczono niewielkie technologiczne przecieki wody przez układ ściana–przesłona, zgodnie z wymaganiami kontraktowymi. Ich poziom ograniczono do ok. 2 l/s na każde 1000 m² powierzchni zwilżonej takiego układu (pionowa ściana szczelinowa stale zanurzona w wodzie, wraz z poziomą przesłoną).



Fot. 1. Realizacja głębokiego wykopu na placu budowy Muzeum Powstania Wielkopolskiego 1918–1919



Fot. 2. Skanowanie ścian szczelinowych

NIETYPOWY UKŁAD ROZPARCIA ŚCIAN

Ze względu na uwarunkowania urbanistyczne oraz istniejące granice działki nie było możliwe zastosowanie systemu kotew gruntowych – ich buławy znajdowałyby się poza granicami terenu inwestycji, w kolizji z istniejącą infrastrukturą podziemną oraz sąsiednią zabudową.

Zdecydowano się na wykorzystanie rozbudowanego, skomplikowanego systemu tymczasowego rozparcia stalowego o łącznej masie prawie 500 t. W centralnej części wykopu zastosowano rozparcie ukośne, natomiast w narożach – układ rozpór poziomych. W rejonie największych przegłębień konieczne było wprowadzenie drugiego poziomu rozpór oraz montaż podpór pośrednich ze względu na długość wyboczeniową rur.

Montaż tak złożonego układu w ograniczonej przestrzeni wymagał precyzyjnej koordynacji – nasze ekipy pojawiały się na budowie w ciągu ok. 12 miesięcy, realizując łącznie blisko 25 mobilizacji. Jak to często bywa przy konstrukcjach tymczasowych, sam montaż był wyzwaniem, lecz jeszcze trudniejszym zadaniem okazały się montaż i demontaż rozparcia wtórnego oraz końcowe usuwanie elementów stalowych pod sukcesywnie wznoszonymi stropami obiektu.

Prace demontażowe wymagały stałej synchronizacji robót geotechnicznych z robotami żelbetowymi prowadzonymi przez innych podwykonawców, przy jednoczesnym utrzymaniu sztywności całej obudowy wykopu i braku przestojów w pracach generalnego wykonawcy. Z uwagi na niewystarczający udźwig żurawi wieżowych przy demontażu części rozpór trzeba było zastosować specjalistyczne wieże. Dodatkowo po raz pierwszy w tego typu operacjach wykorzystano gąsienicowy żuraw hydrauliczny (tzw. pająka) do demontażu ciężkich rozpór pod stropami oraz w otwartym wykopie.

SKANING LASEROWY 3D

Ze względu na wystąpienie znacznych ilości naddatków i nadlewów betonu w wyniku obwałów sekcji ścian szczelinowych, przekraczających standardowe wartości współczynników technologicznego zużycia wynikających w dużej mierze z wpływu oddziaływań dynamicznych oraz prac wibracyjnych prowadzonych na sąsiedniej działce, konieczne było precyzyjne określenie objętości betonu przeznaczonego do skucia.

W tym celu po raz pierwszy zastosowano technologię skanowania 3D ścian szczelinowych. Na fot. 2 przedstawiono przebieg pomiaru.

TECHNOLOGIE ZASTOSOWANE W PROJEKCIE

Podczas robót geotechnicznych zastosowano kilka technologii, które tworzą jeden spójny system zabezpieczenia wykopu. Obejmowały one:

- obwodowe ściany szczelinowe o grubości 80 i 100 cm,
- poziomą przesłonę przeciwfiltracyjną w technologii jet grouting,
- pale fundamentowe wykonywane w rurze osłonowej w gęstej siatce pod płytą fundamentową oraz posadowienie żurawi,
- stalowe ścianki szczelne i ścianę berlińską zabezpieczające skarpy wykopów wstępnych oraz sąsiednie tereny.

Roboty geotechniczne są prowadzone od marca 2024 r. i obecnie obejmują już tylko prace wykończeniowe (rektyfikacyjne) związane z przygotowaniem powierzchni ścian szczelinowych.

Opisane prace dla Muzeum Powstania Wielkopolskiego 1918–1919 to przykład złożonego projektu geotechnicznego realizowanego w ścisłej zabudowie miejskiej. Połączenie kilku technologii w jeden funkcjonalny system umożliwiło bezpieczne wykonanie głębokiego wykopu w warunkach wysokiego poziomu wód gruntowych oraz skomplikowanej geologii podłoża.

Doskonale wyszkolona kadra projektantów i zespołów wykonawczych, dostęp do najnowocześniejszego oprogramowania wspomagającego projektowanie, szeroka paleta technologii oraz nowoczesny park maszynowy to atuty firmy KELLER Polska. Dziękuję w imieniu firmy oraz całego zespołu realizacyjnego za możliwość udziału w tym prestiżowym projekcie. Czerpiąc z przeszłości, z optymizmem patrzymy w przyszłość. ■