



Łukasz Madej  
/ GDMT geoinżynieria drogi mosty tunele

# Jak zabezpieczać wykopy w gęstej zabudowie miejskiej i w złożonych warunkach gruntowych?

## Palisada z pali CFA w rejonie dawnego koryta Wisły

W centralnej części Krakowa, w odległości 1 km od Rynku Głównego, powstaje budynek mieszkalny z podziemnym garażem. Przestrzeń między wzniesionym obok budynkiem a planowaną ścianą nowego obiektu jest ograniczona do około 50 cm. Do zabezpieczenia wykopu należało wybrać technologię, która skutecznie zabezpieczy istniejący obiekt podczas prac ziemnych. Konstrukcja tego obiektu wykluczała zastosowanie technik wibracyjnych. Po szczegółowych analizach, biorąc pod uwagę również aspekt ekonomiczny, zdecydowano o wykonaniu zabezpieczenia wykopu w technologii palisady z wierconych pali żelbetowych CFA



FOT. 1, 2. Plac budowy przy ul. Daszyńskiego/  
Grzegorzewska 11, Kraków

Budowa obiektu mieszkalnego z podziemnym parkingiem jednopoziomowym zlokalizowana jest przy ul. Grzegorzewskiej. Teren budowy znajduje się na obszarze dawnego koryta Wisły, która kiedyś płynęła w pobliżu ul. Dietla. Z tego powodu występują tam grunty powstałe m.in. z osadów naniesionych przez rzekę. Wierzchnią warstwę stanowi około 2-metrowy nasyp budowlany, uformowany w postaci gruzu ceglanego oraz humusu. Pod spodem znajdują się grunty rodzime w postaci nawodnionych średnich i drobnych piasków. W niewielkim zakresie występuje tam również przewarstwienie namulów – tłumaczy Mateusz Hager, dyrektor działu fundamentowania firmy Greifbau, która realizuje prace na zlecenie Generalnego Wykonawcy – Grupy Budowlanej Complex Sp. z o.o. z Wieliczki.

Pierwotnie inwestor planował, by do zabezpieczenia wykopu (o docelowej głębokości 3,5 m) wykorzystana została technologia grodzic pogrążanych wibracyjnie. Po konsultacjach z ekspertami, zdecydowano jednak o wykonaniu palisad przy użyciu pali CFA (ang. *Continuous Flight Auger*, pol. wiercone świdrem ciągłym) oraz zastosowaniu rozpór stalowych.

Zaproponowaliśmy zmianę tego rozwiązania i zoptymalizowaliśmy nowe. Wibracje powodują ryzyko dla sąsiednich obiektów. Zarekomendowaliśmy pale wiercone, które praktycznie nie generują drgań, a przynoszą ten sam efekt końcowy. Projekt zabezpieczenia wykopu był w naszej gestii. Złożyliśmy pewną koncepcję i odpowiadamy całościowo zarówno za projekt, jak i za wykonawstwo – zapewnia Mateusz Hager.

### Najtrudniejsze wyzwanie

Jeden z sąsiednich budynków jest posadowiony wyżej niż spód planowanego wykopu, więc należy zadbać o bezpieczeństwo przyлегłych konstrukcji (tak samo, jak o podwórko). Co więcej, ze względu na ograniczoną przestrzeń, tradycyjny, szerokoprzestrzenny wykop ze skarpowaniem zboczy nie był możliwy do wykonania, ponieważ istniało ryzyko zniszczenia chodników od strony ul. Grzegorzewskiej i Daszyńskiego.

Rozwiązanie, które wybraliśmy, jest zdecydowanie mniej uciążliwe (od pierwotnego projektu) dla otoczenia w kontekście akustyki oraz komfortu dla mieszkańców pobliskich budynków. Nie bez znaczenia był też aspekt ekono-

miczny. Przypuszczam, że początkowe zamierzenia mogłyby być droższe – dodaje.

Długość palisady tylko przy tym najbliższym obiekcie ma wynieść 20 m. Przestrzeń między istniejącym budynkiem a planowaną ścianą obiektu jest skrajnie ograniczona. We wcześniejszych założeniach projektowych wynosiła ona 18 cm, po wprowadzeniu zmian wzrosła do 50 cm. Wciąż jednak ogranicza to swobodę prac. Teoretycznie, w takich warunkach, optymalnym rozwiązaniem jest podbicie istniejących fundamentów w technologii jet-grouting, którą nasza firma zaoferowała Generalnemu Wykonawcy. Niestety, na przeszkodzie stanęły względy proceduralne, a konkretnie brak formalnej zgody na prowadzenie prac pod fundamentami pobliskiego obiektu. W tej sytuacji zapadła decyzja o wykonaniu palisady w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego budynku. Należało zastosować pale nachylone pod kątem 1,5 stopnia. Takie rozwiązanie pozwala na przybliżenie się z głowicą obrotową palownicy do istniejącej ściany przy równoczesnym prowadzeniu zestawu świdrów praktycznie „na styk” z elewacją. Dodatkowo, istotnym warunkiem prowadzenia prac jest wykonywanie pali bez odstępu między pobocznicami tak, aby zapobiec powstaniu zjawiska sufozji, które jest

niebezpieczne dla posadowienia sąsiednich fundamentów. Według mnie to najtrudniejsze wyzwanie w ramach tego przedsięwzięcia – przyznaje dyrektor Hager.

Cała powierzchnia placu budowy zajmuje około 700 m<sup>2</sup>. Z kolei do zabezpieczenia wykopu ma posłużyć w sumie 130 pali o średnicy 40 cm. W zależności od miejsca oraz warunków gruntowych będą one miały długości od 8 do 9 m.

Z uwagi na fakt, że plac budowy jest mały, tempo prac nie może być zbyt szybkie. Ponadto, przy wykonywaniu palisad z pali CFA, należy być ostrożnym, by nie wykonywać palowania za gęsto. Ta metoda „zabrania” instalowania pala przy palu w krótkim odstępie czasu. Konieczne jest zachowanie przerw technologicznych – wyjaśnia Mateusz Hager.

## Wykonanie musi być precyzyjne

Do realizacji zadania zmobilizowano kompletny zestaw do palowania, czyli palownicę Bauer BG 20 H wraz ze stacjonarną pompą do betonu Schwing SP 2600, koparkę do odbierania urobku i podwożenia zbrojenia.

Nie może być żadnych odstępstw od normy, jeżeli chodzi o tolerancję lokalizacji pali i ich ewentualnych przemieszczeń, które są nieuniknione w sytuacji wiercenia w gruntach nasypo-

wych, gdzie występują przeszkody. Na szczęście, mamy nowy sprzęt o takich parametrach, które zapewniają prawidłowe i precyzyjne wykonanie. Nowy zestaw świrdrów gwarantuje osiowość pali i minimalizuje ewentualne odchyłki w ich lokalizacji. Mamy też spore doświadczenie i wiedzę na temat tego, w jaki sposób takie zadania realizować – dodaje.

Efekt tych prac będzie widoczny, ponieważ palisada zostanie odstłonięta. Zamierzamy udowodnić, że potrafimy pracować w sposób tak precyzyjny, że później nie ma żadnego problemu z wykonaniem dalszej konstrukcji budynku. Zabezpieczenie wykopu często jest elementem integralnym konstrukcji całego obiektu. Oczywiście, kluczowy jest dobór odpowiedniej technologii – twierdzi dyrektor.

Dziennie zaplanowano instalację średnio 10–12 pali, przy czym nie w jednym miejscu, a w odstępach – tym większych, im bliżej istniejącego budynku mają się znaleźć.

Jednorazowy montaż zbyt dużej liczby pali w jednym miejscu mógłby spowodować rozluźnienie gruntów. Z kolei obecność nadmiernej ilości świeżej mieszanki betonowej, która w początkowej fazie nie zapewni właściwej pracy elementu zabezpieczającego wykop, mogłaby wpłynąć na uszkodzenia sąsiedniego budynku. Dlatego w rejonie istniejącej budowli wykonujemy co czwarty, a nawet co piąty pal dziennie. W praktyce są to

trzy, maksymalnie cztery pale. Kilka pozostałych instalujemy w innych miejscach placu budowy. Sukcesywnie je dogęszczamy, by finalnie było ich 130 – mówi Mateusz Hager.

## Palisada zostanie odstłonięta

Na samo zaprojektowanie zabezpieczenia wykopu przeznaczono około pięć dni. Dwa kolejne dni to czas na zmobilizowanie sprzętu, a około trzech dni wymaga przygotowanie zbrojenia do pali. Ich zainstalowanie zajmuje około 12–15 dni. Ale to tylko część zadania. Po wykonaniu wszystkich 130 pali i zdemobilizowaniu sprzętu do palowania, na placu budowy pojawi się Generalny Wykonawca, którego pracownicy wykonają wykop wstępny na głębokości 1 m.

Następnie do pracy znów wrócą fachowcy z firmy wykonawczej, którzy przy wspomnianym istniejącym budynku zamontują poziome stalowe rury tworzące rozparcie palisady. Takie rozparcia usztywniają palisadę, która po docelowym odkopaniu ulega przewidzianej w projekcie deformacji – wyjaśnia Mateusz Hager, dodając, że gdyby nie to, mogłoby dojść do poziomego przesunięcia palisady. To z kolei mogłoby spowodować pęknięcie ścian i stropów w istniejącym budynku. Aby do tego nie dopuścić, montowane są stalowe rozpory, które gwarantują wymaganą projektem sztywność palisady, zapewniając bezpieczną pracę fundamentów.

Po montażu stalowych rozpór Generalny Wykonawca może kontynuować prace ziemne oraz żelbetowe. Kiedy będzie już wykonana płyta denna i zaczną powstawać ściany zewnętrzne nowo projektowanego budynku, na placu budowy ponownie pojawią się wykonawcy zabezpieczenia wykopu [Greifbau], którzy zdemontują stalowe rozpory. Wówczas zapewnienie sztywności palisady przejmą ściany nowego budynku, ale dopóki ich nie ma, tę funkcję muszą spełniać rozpory – tłumaczy Mateusz Hager.

## Postawili na geotechnikę

Spółka Greifbau to część deweloperskiej Grupy Matejek. Od czterech lat zajmuje się generalnym wykonawstwem inwestycji budowlanych, obecnie również dla inwestorów zewnętrznych. W ubiegłym roku zapa-



FOT. 3. Plac budowy przy ul. Daszyńskiego/Grzegorzewska 11, Kraków

dła decyzja, by poszerzyć działalność i we własnym zakresie prowadzić także prace geotechniczne.

*W pewnym momencie stwierdziliśmy, że jesteśmy w stanie realizować projekty zgodnie z możliwościami, jakimi dysponujemy. Obecnie mamy spory zapas inwestycji w przygotowaniu, więc wiemy, że będziemy potrzebować fundamentów specjalnych – opowiada Andrzej Piotrowicz, prezes Greifbau.*

Prace przy ul. Grzegórzeckiej w Krakowie to już dziewiąte zamówienie dla działu geotechnicznego od firm zewnętrznych. Co prawda, większość z tych robót zrealizowano właśnie w stolicy Małopolski, ale spółka wkrótce zamierza stać się wiodącą siłą także w pozostałych częściach Polski. *Niedawno byłem na rozmowach we Wrocławiu, mamy ciekawe zapytania z Katowic, zainteresowanie naszymi usługami pojawiło się też w Łodzi. Wierzymy, że to dopiero początek – mówi Mateusz Hager.*

To jeszcze nie wszystko. Jak dodaje Andrzej Piotrowicz, *oprócz inwestycji wskazanych przez Pana Hagera, nasza podstawowa działalność, czyli budownictwo kubaturowe korzysta także z rozwiązań geotechnicznych. W lipcu rozpoczniemy wykonywanie prac przy budowie dwóch budynków mieszkalnych wielorodzinnych. Roboty, które przewidziane są w ramach tych projektów również będą realizowane w trudnych warunkach geologicznych. Wysoki poziom wody gruntowej oraz konieczność zapewnienia szczelności zabezpieczenia spowodowały, że po analizie dostępnych rozwiązań technicznych, jak i kosztów ich wykonania oraz zagrożeń z tym związanych, zdecydowaliśmy się na zastosowanie przesłony przeciwfiltracyjnej bentonitowej zbrojonej. Ze względu na brak miejsca zaczęliśmy rozważać zmniejszenie szerokości do 40 cm. Specjalnie do tego zadania została zakupiona łyżka głębiąca. Jeżeli nasze założenia się sprawdzą, pozwoli to na oferowanie tańszej technologii, która będzie alternatywą dla ścianek szczelnych stalowych, gdzie problematyczne jest wyciąganie elementów po zakończeniu prac poniżej poziomu terenu (ponowne wykonanie dróg technologicznych, brak miejsca na postawienie dźwigu kołowego itp.) – dodaje prezes Piotrowicz i podsumowuje: połączenie generalnego wykonawstwa z robotami geotechnicznymi powoduje, że nasza firma poszukuje także rozwiązań, które nie są szeroko oferowane na rynku, a które okazują się konieczne przy realizacji obiektów w coraz trudniejszych lokalizacjach. <*



FOT. 4. Plac budowy przy ul. Daszyńskiego/  
 Grzegórzecka 11, Kraków