



GEOTECHNIKA

CO Z TYM SĄSIADEM?

Proces budowlany to gra, której zasady określa ustawa „Prawo budowlane” [1]. Jedną z tych reguł jest konieczność przestrzegania zasad dostępnej przestrzeni, którą dysponuje inwestor, czyli mówiąc wprost: należy wybudować się na swojej działce bez nadmiernej uciążliwości dla obiektów sąsiednich. Pokusa (podyktowana chęcią zwiększenia zysku), żeby wykorzystać jak najwięcej dostępnego terenu i maksymalnie zbliżyć się do działek sąsiednich jest na tyle duża, że często generuje konflikty między stronami. Tego typu zdarzenia są „stare jak świat” – wszyscy pa-

miętamy filmową historię Kargula i Pawlaka i ich kłótnię o miedzę zaoraną na trzy palce, czy spór Cześniaka z Rejentem o mur graniczny w „Zemście” Aleksandra Fredry. W niniejszym artykule chciałbym przedstawić sposoby realizacji prac budowlanych (w aspekcie geotechnicznym), dzięki którym potencjalni inwestorzy nie staną się inspiracją dla podobnych historii filmowych lub literackich.

Atrakcyjność terenu pod kątem spodziewanego zysku mierzona jest możliwościami jego zabudowy czyli tzw. oceną potencjału inwestycyjnego. Oczywiście jest, że działki

o nieregularnych kształtach z liczną zabudową sąsiednią i skomplikowanymi warunkami gruntowo-wodnymi są trudnym terenem do realizacji obiektów budowlanych, z czego często wynika ich niska cena. Natomiast korzystna lokalizacja powoduje, że stanowią obiekt zainteresowania inwestorów. Są to najczęściej grunty położone w centrach miast, gdzie obowiązkowym elementem są kondygnacje podziemne.

Jak wybudować kondygnacje podziemne, gdy w „ostrej granicy” znajdują się obiekty budowlane? Przede wszystkim należy na

Z TEKSTU DOWIESZ SIĘ:

- ☑ jak wybudować kondygnacje podziemne, gdy blisko granicy działki znajdują się obiekty budowlane,
- ☑ jakich technologii można użyć w celu maksymalizacji zabudowy działki,
- ☑ jak w optymalny sposób chronić sąsiadującą zabudowę.

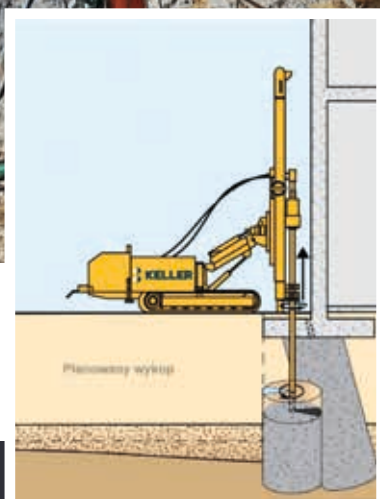
SŁAWOMIR SZCZEPANIAK
Keller Polska



Rutyniarz w branży geotechnicznej od 15 lat. Absolwent Politechniki Wrocławskiej, Wydziału Inżynierii Miejskiej i Budownictwa Podziemnego.

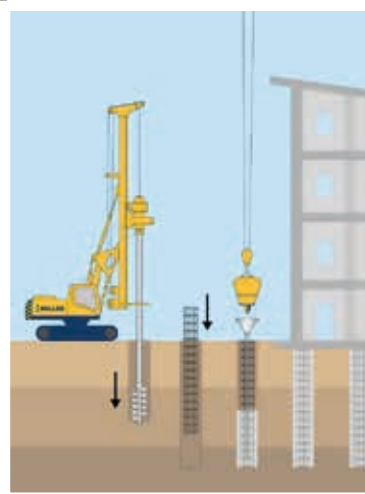
Od początku kariery zawodowej związany z Keller Polska. Obecnie na stanowisku dyrektora oddziału aktywnie realizuje prace geotechniczne na terenie zachodniej Polski.

FOT. 1. | Bryła cementogratu pod fundamentem istniejącego budynku wykonana w technologii Soilcrete.



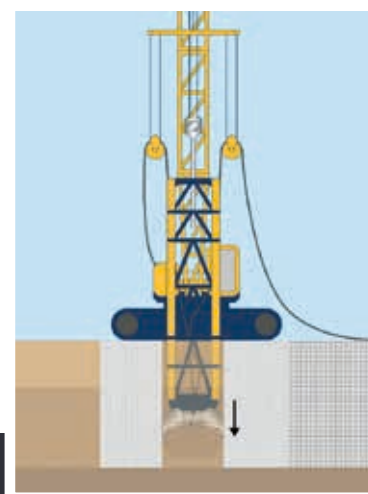
Wykonywanie kolumn Soilcrete®

ZOBACZ ANIMACJĘ



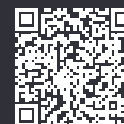
Wykonywanie pali VDW

ZOBACZ ANIMACJĘ



Wykonywanie ściany szczelinowej

ZOBACZ ANIMACJĘ



etapie koncepcji projektowej, a później w fazie projektów budowlanych i technicznych przewidzieć i zaprojektować właściwe zabezpieczenie głębokiego wykopu.

Dostępne rozwiązania zależą od różnych czynników, w tym woli właścicieli nieruchomości sąsiednich:

- gdy jest zgoda sąsiada na możliwość in-

terencji w jego budynek - możemy rozważyć podchwycenie fundamentów istniejących budynków za pomocą iniekcji wysokociśnieniowej jet-grouting (Soilcrete®);

- gdy sąsiad nie wyraża zgody na podchwycenie - zabezpieczenie projektowanych wykopów w formie ścian szczelinowych lub palisad.

Każde z przyjętych rozwiązań wymaga odpowiednich przygotowań, stawia wymagania i implikuje dalsze konsekwencje.

Zgodnie z art. 47 pkt. 1 ustawy [1]: *Jeżeli do wykonania prac przygotowawczych lub robót budowlanych jest niezbędne wejście do sąsiedniego budynku, lokalu lub na teren sąsiedniej nieruchomości, inwestor jest obo-*



FOT. 2. | Palisada z kolumn DSM zbrojona kształtownikami IPE, rozpięta wewnątrz wykopu. Etap realizacji części podziemnej obiektu.

wiązany przed rozpoczęciem robót uzyskać zgodę właściciela sąsiedniej nieruchomości, budynku lub lokalu (najemcy) na wejście oraz uzgodnić z nim przewidywany sposób, zakres i terminy korzystania z tych obiektów, a także ewentualną rekompensatę z tego tytułu.

Uzyskując zgodę, której wprost wymaga ustawodawca w procesie budowlanym, mamy możliwość wykorzystania 100% powierzchni działki na kondygnację podziemną. Umożliwia to lepsze wykorzystanie przestrzeni pod kątem architektonicznym. Można wybudować dodatkowe pomieszczenia gospodarcze czy większą liczbę miejsc parkingowych pozwalających na wydzielenie większej liczby lokali mieszkalnych lub spełnienie wymagań miejscowego planu zabudowy. Co istotne – uzgodnienia te należy przeprowadzić już na etapie koncepcji

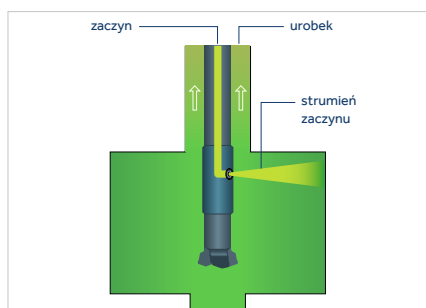
projektowej, ponieważ w przypadku braku zgody możliwości zabudowy mogą się znacząco ograniczyć.

Mając odpowiednie zgody właścicieli sąsiednich nieruchomości można przystąpić do podchwycenia fundamentów, do którego najlepiej (i najczęściej) stosować iniekcję wysokociśnieniową jet-grouting (Soilcrete®). Metoda iniekcji strumieniowej polega na wykonaniu w gruncie zeskalonej bryły cementowo-gruntowej. Przed przekształceniem w cementogrunt grunt zostaje rozluźniony za pomocą silnego i skoncentrowanego strumienia wody (z jednoczesną cementacją gruntu za pomocą oddzielnego strumienia zaczynu cementowego) lub zaczynu cementowego, często dodatkowo otulonego sprężonym powietrzem, o prędkości wylotowej przy dyszy ponad 100 m/s. Rozluźniony grunt

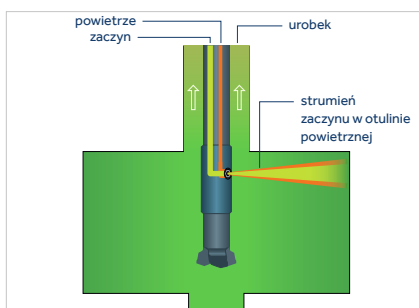
zostaje wymieszany z zaczynem cementowym. Nadwyżka mieszaniny wypływa na powierzchnię wzdłuż żerdzi wiertniczej.

Zasięg oddziaływania strumienia tnącego zależy od rodzaju gruntu oraz zastosowanego wariantu technologii Soilcrete®. Kontrolując w precyzyjny sposób ruch rury wiertniczej (prędkość podciągania i obrót) uzyskuje się pożądany kształt i zasięg zeskalenia.

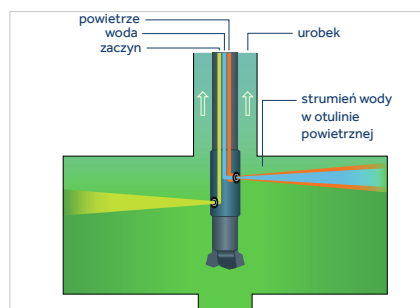
Wykonywanie zeskalonej bryły odbywa się praktycznie bez wstrząsów. Przy zachowaniu odpowiedniego nadciśnienia hydrostatycznego metoda iniekcji strumieniowej zapewnia bardzo dobre podparcie fundamentu, nawet o nierównej powierzchni podstawy (pewność kontaktu). Ogranicza to do minimum osiadania powstające przy przejściu w czasie obciążenia przez nowy fundament.



RYS. 1. | Soilcrete® S



RYS. 2. | Soilcrete® D



RYS. 3. | Soilcrete® T

Dodatkową zaletą technologii jet-grouting jest możliwość wykorzystania bryły podbicia jako szalunku jednostronnego dla ścian kondygnacji podziemnej.

Ważnym aspektem stosowania iniekcji wysokociśnieniowej jest jej wpływ na stan techniczny zabezpieczanych (podchwytywanych) budynków. Należy przyjąć do wiadomości fakt, że podbijanie istniejącego budynku wiąże się z przeniesieniem działających obciążeń na głębiej zalegające podłoże nośne. Procesowi stopniowego przenoszenia obciążeń towarzyszy zmiana stanu naprężeń w gruncie, co zawsze (i w każdym sposobie podbijania) prowadzi do wystąpienia odkształceń podłoża gruntowego i ograniczonych osiadań obiektu. Przy przejmowaniu obciążeń przez bryłę cementogruntu i podłoże pod nią mogą się pojawić niegroźne dla statyki budowli rysy i pęknięcia. Przy pracach tego rodzaju wymagana jest szczególna staranność oraz etapowanie prac, aby proces przenoszenia obciążeń nie spowodował pogorszenia stanu budynku.

Mając na uwadze pkt 3, art. 47 ustawy [1]: *Inwestor, po zakończeniu robót, o których mowa w ust. 1, jest obowiązany naprawić szkody powstałe w wyniku korzystania z sąsiedniej nieruchomości, budynku lub lokalu – na zasadach określonych w Kodeksie cywilnym, w interesie inwestora jest rzetelna inwentaryzacja istniejących rys i spękań przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac bu-*

dowlanych, w celu uniknięcia ewentualnych roszczeń ze strony sąsiada.

W przypadku gdy właściciel przyległej nieruchomości nie wyrazi zgody na ingerencję w fundamenty lub ich zły stan techniczny nie pozwala na zastosowanie iniekcji strumieniowej, należy przewidzieć inny sposób zabezpieczenia wykopu i ochrony sąsiedniej zabudowy. Niemniej jednak ten wariant również musi być przewidziany na etapie koncepcji projektowych.

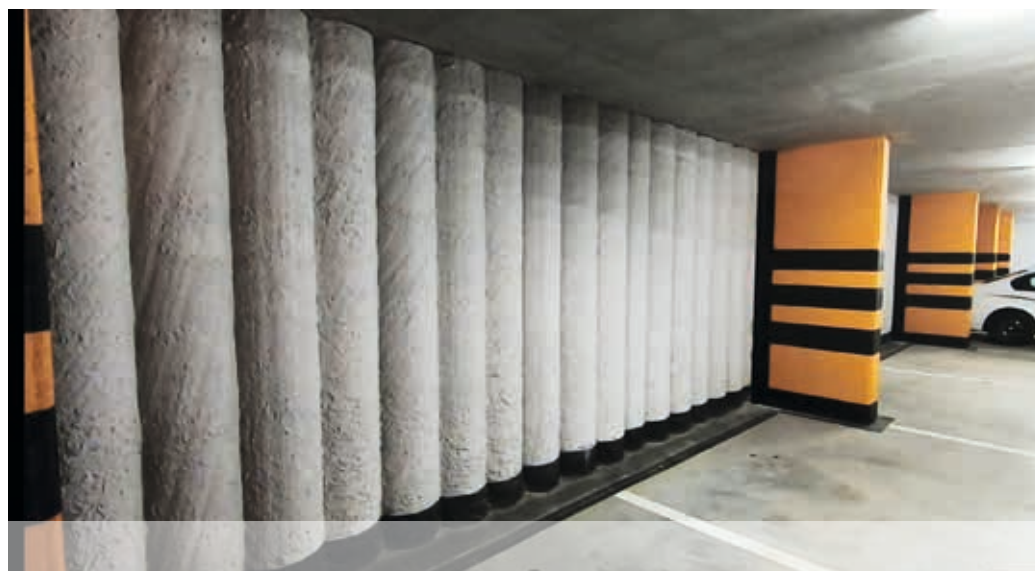
Przy planowaniu układu kondygnacji podziemnej należy wziąć pod uwagę wymaganą przestrzeń na obudowę wykopu. Zarówno ściany szczelinowe, jak i palisady wymagają więcej przestrzeni niż standardowa ściana żelbetowa. Architekt podczas planowania musi wziąć ten aspekt pod uwagę. Nie da się bowiem wykorzystać całej powierzchni działki bez rezerwy terenu na zabezpieczenie głębokiego wykopu.

W zależności od głębokości projektowanych kondygnacji podziemnych, warunków gruntowych i wodnych istnieją różne sposoby wykonania zabezpieczeń wykopu w zwartej zabudowie miejskiej. Przy głębokich wykopach (powyżej dwóch kondygnacji podziemnych) najbardziej technicznie i ekonomicznie uzasadnioną technologią są ściany szczelinowe, które stanowią docelową obudowę kondygnacji podziemnej. W przypadku skomplikowanych warunków gruntowych doskonałym rozwiązaniem są palisady z pali VDW, umożliwiające wiercenie pali w grun-

tach skalistych, nasypach niebudowlanych czy pozostałościach dawnej zabudowy [3]. Pali VDW mogą również stanowić docelową ścianę kondygnacji podziemnej pod warunkiem zachowania odpowiedniej staranności wykonawstwa (murki prowadzące, właściwe etapowanie prac, dobór mieszanki betonowej) i przemyślanego rozwiązania projektowego [4].

Alternatywą dla palisad z pali żelbetonowych są kolumny cementowo-gruntowe DSM. Palisady z tych kolumn mogą służyć zarówno jako konstrukcja oporowa zabezpieczająca wykop oraz przyległą zabudowę, jak również przesłona przeciwiłtracyjna ograniczająca dopływ wody gruntowej. Niewątpliwą zaletą tego rozwiązania jest brak okresu dzierżawy. Pozwala to, w przeciwieństwie do np. grodzic stalowych, na znaczne oszczędności w przypadku długiego czasu realizacji kondygnacji podziemnej lub konieczności długotrwałego obniżania zwierciadła wody gruntowej do czasu zrównoważenia ciężarem konstrukcji siły wyporu.

Pamiętając, że obowiązkiem inwestora jest ochrona sąsiedniej zabudowy, konstrukcje oporowe należy projektować i wykonywać w sposób minimalizujący ryzyko uszkodzeń. Obowiązująca norma do projektowania geotechnicznego [5] zaleca, aby „rozpatrywać stan graniczny, który występuje, gdy ściana oporowa przemieści się na tyle, że może spowodować uszkodzenie pobliskich konstrukcji lub instalacji”. W zależności od



FOT. 3. | Garaż podziemny z palisadą z pali VDW. Docelowa ściana konstrukcyjna części podziemnej. Prace wykonane przy istniejącym obiekcie zabytkowym.



FOT. 4. | Rozpierzana palisada VDW 610 mm. Etap realizacji części podziemnej obiektu.

wielkości obciążeń oraz stanu technicznego przyległej zabudowy należy dobrać odpowiednią sztywność obudowy wykopu minimalizującą odkształcenia. Trudność polega na oszacowaniu dopuszczalnych przemieszczeń dla istniejących budynków, dlatego najczęściej spotykamy podejściem jest przestrzeganie wytycznych instrukcji [2]. Opracowanie [2] zawiera kompletny algorytm szacowania przemieszczeń i określania strefy wpływów głębokiego wykopu stosowany bardzo często w praktyce inżynierskiej.

Ochrona istniejącej sąsiedniej zabudowy to nie tylko ograniczanie przemieszczeń, ale również drgań i hałasu. Prace geotechniczne wykonywane w sąsiedztwie istniejących budynków lub sieci uzbrojenia podziemnego nie mogą generować nadmiernych wibracji. Wspomniane powyżej technologie charakteryzują się brakiem wibracji podczas wykonawstwa i z powodzeniem mogą być stosowane do bezpiecznego zabezpieczenia infrastruktury oraz budynków.

Należy jednak pamiętać, że analiza przemieszczeń sąsiedniej zabudowy jest niezwykle złożonym zagadnieniem obliczeniowym, co znacznie utrudnia prognozy prowadzone metodami analitycznymi lub numerycznymi. Najskuteczniejszą metodą weryfikacji obliczeń jest monitoring geotechniczny zawierający pomiar przemieszczeń konstrukcji zabezpieczającej wykop oraz monitoring geodezyjny zabudowy sąsiedniej skorelowany z etapowaniem prac geotechnicznych

ziemnych i konstrukcyjnych. Staranność pomiarów jest niezwykle ważna, ponieważ drobne błędy mogą zapewnić fałszywe poczucie bezpieczeństwa lub przeciwnie – wywołać bezpodstawny alarm. Nowoczesne technologie pozwalają na prowadzenie ciągłego monitoringu tzw. automatycznego, gdzie otrzymujemy informację o przemieszczeniach w czasie rzeczywistym. Dzięki temu możemy błyskawicznie reagować, gdy przemieszczenia są zbyt duże. Powszechnie stosuje się również tradycyjny monitoring geodezyjny. W tym przypadku należy pamiętać, aby pomiary realizować o tych samych porach dnia, z uwzględnieniem wahań temperatury i w określonych projektach odstępach czasowych.

Budowy prowadzone w bliskim sąsiedztwie budynków zawsze budzą obawy ich użytkowników. Sektor budowlany rozwija się jednak w bardzo szybkim tempie i dzięki rozwojowi technologicznemu możliwe są coraz bardziej wymagające realizacje, włącznie z budową dodatkowych kondygnacji podziemnych pod istniejącymi konstrukcjami. Nie można zatrzymać rozwoju rynku nieruchomości, można jednak zapewnić sąsiadom wymagany poziom komfortu i bezpieczeństwa podczas budowy, między innymi poprzez właściwe planowanie, odpowiedzialne projektowanie i staranne wykonawstwo konstrukcji oporowych.

Gořąco zachęcamy do współpracy architektów i inwestorów na wczesnym etapie planowania. Dzięki temu możliwe jest dopra-

cowanie istotnych szczegółów w zakresie zabezpieczenia wykopu. Pozostając w tematyce filmu „Sami swoi” – w kwestiach doboru optymalnego rozwiązania nie bądźmy jak Jadźka Kargul ze słynnym „dam se radę”, lecz skorzystajmy z doświadczenia inżynierów-geotechników Keller, którzy niczym Wiktoria Pawlak chętnie doradzą i odpowiedzą „no to ci pomogę”.

LITERATURA

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane.
- [2] Instrukcja ITB 376/2020. Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów.
- [3] Król, M., Pale w orurowaniu – sposób na trudne warunki gruntowe, Rynek Infrastruktury, maj 2021 r.: Pale w orurowaniu – sposób na trudne warunki gruntowe – Rynek Infrastruktury: Porty, Stocznie, Lotnictwo, Porty lotnicze, Autostrada, Obwodnica, Energetyka, Ciepłownictwo, Linie kolejowe, PKP PLK, Telekomunikacja, Operatorzy.
- [4] Król, M., Palisady z pali w orurowaniu, Geoinżynieria Drogi Mosty i Tunele 3/2018 (64).
- [5] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.

Przeczytaj:



Przeczytaj:

