

Techniczne aspekty wykonania pali wierconych w rurze osłonowej w trudnych warunkach geologicznych

mgr inż. Witold Jurasz
MOSTMARPAL sp. z o.o.

Fot. 1. | Wykonywanie robót palowych na Stadionie Narodowym w Warszawie

Dobór metody głębokiego fundamentowania, bez względu na rozpatrywany przypadek inżynierski, musi zostać poprzedzony rzetelną analizą

Realizacja głębokiego fundamentowania wynika bezpośrednio z potrzeby przeniesienia sił z konstrukcji na głębsze nośne warstwy podłoża gruntowego na skutek niewystarczającej nośności warstw płytszych. Takie postępowanie jest wynikiem wielu składników. Wymienić można tutaj przynajmniej dwa najważniejsze z nich: wymogi konstrukcyjne oraz uwarunkowania ekonomiczne. Jednakże ingerowanie w głębsze strefy podłoża niesie za sobą wiele trudnych do

przewidzenia problemów oraz zagrożeń. Niestety częste lekceważenie sfery wykonawczej na etapie założeń projektowych prowadzi w konsekwencji do poważnych problemów w trakcie realizacji zamierzenia budowlanego. Często spotykany w dzisiejszych czasach niewłaściwy stosunek do rozpoznania geologicznego terenu budowy stanowi załączek późniejszych problemów wykonawczych.

Należy z całą stanowczością stwierdzić, że podstawą wła-



Fot. 2. | Narzędzie wiertnicze – świder koronkowy



mostmarpal



Postaw na nas

mostmarpal
GŁĘBOKIE FUNDAMENTOWANIE

Specjalista w wykonawstwie wierconych pali fundamentowych

www.mostmarpal.pl

Fot. 3. | Elementy skalne wydobywane przy pomocy świdra koronkowego



Fot. 4. | Narzędzie wiertnicze – świder do skały podczas pracy



ściwego posadowienia budowli jest dokładne rozpoznanie uwarstwienia geologicznego terenu, na którym będą prowadzone roboty budowlane. Brak odpowiedniego podejścia, zarówno inwestora, jak i projektanta, do tego zagadnienia zawsze będzie generował mnóstwo problemów na etapie wykonawstwa, co, jak łatwo udowodnić, nie jest opłacalne dla żadnej ze stron procesu budowlanego.

Istotny w tym przypadku jest fakt, że nawet przy dołożeniu wszelkich starań nigdy w 100% nie wyeliminuje się wszystkich problemów realizacyjnych. Dlatego też tak ważne jest dobranie właściwej technologii realizacji głębokiego fundamentowania do warunków techniczno-geologicznych.

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod głębokiego fundamentowania jest wykonywanie pali fundamentowych. Ich wszechstronność oraz szeroki wachlarz zastosowań zyskały uznanie i zastosowano je w wielu realizacjach. Rodzaje oraz mnogość oferowanych przez firmy rozwiązań i technologii palowania są ogólnie znane, warto więc skupić się na tych, które z uwagi na sposób wykonania oraz długą obecność na naszym macierzystym rynku są najbardziej uniwersalne. Obecnie najlepiej znane na rynku polskim są pale wykonywane w osłonie z rury wyciąganej. Możliwość ciągłego monitoringu



Fot. 5. | Efekt rozdrobnienia gruntu skalistego – urobek wydobyty z pala

prorowadzonych prac poprzez okresowe usuwanie urobku z odwiertu z jednoczesnym zagłębieniem rury osłonowej jest niebywałą zaletą tego typu pali. Dzięki takiemu sposobowi prowadzenia prac można szybko i skutecznie ocenić, jaki tak naprawdę grunt zalega w miejscu wykony-

wanych robót oraz w miarę możliwości dostosować do niego właściwe oprzyrządowanie. Ekipa wykonująca roboty palowe może w każdym momencie dobrać właściwe narzędzie, które umożliwi pokonanie napotkanej przeszkody.

Najbardziej w tym względzie uciążliwymi elementami, stanowiącymi część składową uwarstwienia geologicznego gruntu, są utwory skalne. Ich formy, poczynając od dużych otoczków czy okruchów skalnych poprzez różnego rodzaju zwietrzliny aż do litej warstwy skalnej, są czynnikami wykluczającymi z góry zastosowanie przeważającej części znanych metod wykonywania pali (pale przemieszczeniowe: wbijane pale prefabrykowane, formowane w gruncie, itp.).

Najczęstszą sytuacją, pojawiającą się podczas wierceń w trudnych warunkach, jest niewątpliwie konieczność zagłębienia się w warstwę zwietrzliny skalnej lub litej skały. Różnorodność uwarunkowań geologicznych warstw skalistych wymusza na wykonawcy konieczność posiadania szerokiej gamy narzędzi wiertniczych, których zastosowanie czasami nie tyle uspraw-



Fot. 6. | Dłuto do pala o średnicy 1180 mm



Fot. 7. | Most przez rzekę Wisłę w Sandomierzu

nia, co wręcz determinuje możliwość podjęcia wyzwania, jakim jest realizacja odwiertów w tego rodzaju gruntach.

W tym przypadku koniecznością staje się użycie specjalistycznych narzędzi w postaci świdrów do skały. Wyróżnić można następujące, najbardziej znane i uniwersalne narzędzia, znajdujące zastosowanie w tego typu robotach:

- świder koronkowy – umożliwia on „wycięcie” odpowiedniego rdzenia skalnego i, po wyjęciu na zewnątrz, jego usunięcie w postaci mniej lub bardziej spękanego walca skalnego;
- świder do skały – o specjalnie ukształtowanym zakończeniu stożkowym z obwodowo zamocowanymi zębami skrawającymi ze specjalnego materiału, umożliwiającymi zwiercanie skały lub jej kruszenie (zależnie od struktury);
- dłuta – rozbijające skałę jako element dodatkowy w przypadku skały podatnej na dynamiczne oddziaływanie narzędzia wiertniczego;
- świdry kubłowe do skały – służące do wydobywania rozdrobnionego wcześniej gruntu skalistego w postaci pyłu i kawałków skalnych.

Należy tutaj zwrócić uwagę na fakt, iż twardość, a tym samym odporność na zwiercanie, podłoża skalistego może w ramach tego samego odwiertu być bardzo zróżnicowana. Przewarstwienia np. skały twardej i miękkiej mają z kolei wpływ na zastosowane oprzyrządowanie wiertnicze. Narzędzie, które w danym gruncie pozwala uzyskać największą wydajność produkcyjną chwilę później może okazać się zupełnie bezużyteczne. Dlatego tak ważne jest (pomijane obecnie przez zdeterminowany czynnikami ekonomicznymi rynek) posiadanie przez wykonawcę szerokiej gamy osprzętu wiertniczego. Nietrudno sobie wyobrazić, jakie straty może przynieść potencjalnej budowie przerwanie robót na długi okres z uwagi na niedoszacowanie, lub też brak dostępu do odpowiednich narzędzi przez niedoświadczonego wykonawcę robót,

nie bez powodu zwanych specjalistycznymi.

Skała twarda jest wymagającym gruntem, który powoduje znaczne zużycie narzędzi wiertniczych,



Fot. 8. | Podczyszczanie dna otworu pala wykonywanego w gruncie skalistym za pomocą świdra kubłowego do skały (Most przez rzekę Wisłę w Sandomierzu)



Fot. 9. | Narzędzie wiertnicze – świder do gruntów spoiстых (przed uszkodzeniem)

lecz również samych maszyn wiertniczych – palownic. Zastosowanie mają tutaj palownice o odpowiednich parametrach oraz narzędzia skrawające, wykonane z odpowiednich materiałów. Ale nawet najbardziej zaawansowane technologie wykorzystywane do produkcji elementów skrawających narzędzi wiertniczych w kontakcie z niektórymi utworami geologicznymi ulegają zużyciu. Ma to oczywiście wpływ na znaczne koszty, które towarzyszą robotom palowym w gruntach skalistych.

Dla zobrazowania sytuacji, o której mowa powyżej, przytoczyć można następujący przykład. Podłoże gruntowe nie wykazujące żadnych przewarstwień skalistych, zbudowane z warstw piaszczystych (w górnej części) oraz dolnych warstw spoiстых – ilastych. Wydawać by się mogło, że zakres możliwych do zastosowania metod wiercenia jest szeroki. Projektant zdecydował się jednak na pale wiercone w rurze osłonowej wyciąganej. Wybór ten okazał się właściwy z uwagi na występowanie na styku obu warstw otoczków granitowych. Ich załeganie oraz gabaryty w przypadku zastosowania innych metod wierceń uniemożliwiłyby uzyskanie wymaganej projektowej długości pala.

Jak pokazują powyższe zdjęcia, opór stawiany przez przeszkody podziemne może być olbrzymi i dla niedoświadczonego wykonawcy może stanowić barierę nie do pokonania.

W przypadku kolizji z warstwą otoczków bądź okruszków skalnych częstą metodą wykorzystywaną przez ekipy wiertnicze jest czasowe zastosowanie świdra o mniejszej średnicy niż zasadnicza średnica wiercenia lub też zastosowanie dłuta do rozbicia przeszkody na mniejsze kawałki. Pozwala to na „wyniesienie” elementu znajdującego się w kolizji ponad teren prowadzonych robót.

W przypadkach skrajnych, gdy otwory pozostają suche, możliwe jest również, przy zastosowaniu rury osłonowej, bezpieczne wydobywanie elementów ręcznie metodą górniczą. Jest to szczególnie istotne, gdy mamy do czynienia z małymi gabarytowo obiektami, w których istnieje konieczność przeniesienia dużych sił w konkretnym miejscu bez możliwości skorygowania położenia danego pala. Identyczna sytuacja ma miejsce, gdy pale należy wykonywać w miejscach występowania np. starych kamiennych fundamentów, nie tworzących zwartej, litej całości.

Z podobną problematyką mamy do czynienia również w sytuacji, gdy z uwagi na wymuszone usytuowanie podpór obiektów, niezbędne jest pokonanie przeszkód w postaci istniejącej infrastruktury podziemnej, starych fundamentów i innych elementów kolizyjnych, znajdujących się w gruncie.

Koncentrując się na technicznych aspektach wiercenia pali

w gruntach skalistych należy zwrócić szczególną uwagę na zasadność zagłębiania rury osłonowej w gruncie skalistym. Jak pokazano na poniższym zdjęciu, wiercenie w skałę „na boso”, czyli z wyprzedzeniem rury osłonowej przez narzędzie wierzące, umożliwia uzyskanie idealnego odwiertu, którego ściany nie tracą stateczności i zapewniają właściwy obrys poboczniczy pała. W takim przypadku należy zwrócić uwagę na zmianę średnicy odwiertu wynikającą z mniejszej średnicy narzędzia wiertniczego w stosunku do obrysu zewnętrznego rury osłonowej. W zależności od producenta narzędzia wiertniczego średnica uzyskanego odwiertu jest mniejsza o 8–20%.

Oczywiście, jest to uzależnione od jakości warstwy skalnej oraz od innych uwarunkowań geologicznych (rodzaj warstw położonych powyżej, występowanie wody gruntowej, itp.). Jednakże czasochłonność oraz koszty, jakie niesie za sobą zbędne „rurowanie” pała w gruncie skalistym, na całym świecie skutkują odpowiednim podejściem projektowym do tego zagadnienia. Wcześniejsze uwzględnienie zmniejszenia średnicy zewnętrznej trzonu pała w gruncie skalistym oraz odpowiednie zaprojektowanie zbrojenia pała pozwala w sposób właściwy, ekonomicznie uzasadniony, wykorzystać naturalne właściwości gruntu do celów inżynierskich.

Należy nadmienić, że obecnie na rynku polskim bardzo często spotyka się już takie rozwiązania. W przypadku braku dokładnych danych co do poziomu zalegania stropu warstwy skalnej średnicę zbrojenia zmniejsza się na całej długości. Jeżeli natomiast ocena geologiczna terenu jest dokładna, możliwe jest zwężenie prefabrykatu zbrojeniowego tylko na odpowiednim odcinku.

Powyżej omówiono niektóre problemy bardzo obszernego tematu, jakim jest wykonywanie specjalistycznych robót fundamentowych w postaci pali wierconych w rurze osłonowej, jednak zamieszczone w niniejszym artykule informacje mają na celu wskazanie niewątpliwych zalet rozważanej technologii fundamentowania, zwłaszcza w trudnych przypadkach.

Jednocześnie należy stwierdzić, że nie jest możliwe wskazanie metody głębokiego fundamentowania, która jest na tyle uniwersalna, by bez względu na rozpatrywany przypadek inżynierski można ją było zastosować bez bezwzględnie wymaganej analizy. Ważną rolą projektanta jest, w oparciu o posiadane informacje odnośnie do warunków budowy, dobranie właściwej, konstrukcyjnie i ekonomicznie uzasadnionej technologii posadowienia danego obiektu, przy równoczesnym uwzględnieniu ewentualnych problemów, jakie mogą się pojawić na etapie wykonawstwa. Obecnie uzyskanie informacji na temat zalet danej technologii nie stanowi żadnego problemu, gdyż każda profesjonalna firma, zajmująca się robotami palowymi, posiada jednostkę doradczą. ■

LITERATURA

1. B. Kłosiński, E. Marcinków, Pale wiercone – współczesne metody wykonywania, seminarium PZWFS i IBDiM „Fundamenty palowe 2009”, Warszawa, 22 kwietnia 2009.
2. E. Marcinków, Aspekty technologiczne konstruowania pali wierconych, seminarium IBDiM i PZWFS „Wzmacnianie podłoża gruntowego i fundamentów budowli”, Warszawa, 15 listopada 2007.
3. Norma PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale wiercone.



Fot. 10. | Wydobyte z otworu otoczaki granitowe stanowiące przyczółki mostu w m. Wardomy



Fot. 11. | Wydobyte na powierzchnię kawałki rozwierconych pali drewnianych



Fot. 12. | Styk koronki wiertniczej z warstwą skały zwierzaląj



Fot. 13. | Przewężone zbrojenie pała na odcinku zagłębnym w skałę. Budowa Centrum handlowego FELICITY w Lublinie ↑

Fot. 14. | Widoczne zużycie specjalnych zębów do wiercenia w skałę przy kontakcie ze skałą twardą o wytrzymałości ok. 190MPa ↓



WENDOR Sp. z o.o. oficjalny przedstawiciel producenta włoskich maszyn IPC



special equipment for ground engineering

www.wendor.pl

WENDOR Sp. z o.o.

Biuro Zarządu, adres do korespondencji: ul. Nowoursynowska 85 E, 02-797 Warszawa,

Tel/fax: (22) 649 72 27

Biuro handlowe: ul. Prowansji 2/3, 05-509 Piaseczno,

Tel/fax: (22) 253 56 58

e-mail: wendor@wendor.pl

Konrad Sas: 608 208 445

