

## **Wykorzystanie możliwości sprzętowych przy projektowaniu i wykonawstwie pali wierconych**

### **Wstęp**

Artykuł ten stanowi kontynuację tematu rozpoczętego w nr 03/2008 „Uwarunkowania sprzętowe projektowania pali wierconych”.

### **Przewiercanie przeszkód w gruncie**

Pale wiercone szczególnie w osłonie rurowej umożliwiają przewiercanie przeszkód gruntowych, starych konstrukcji murowych, konstrukcji żelbetowych, starych drzew, nawet o bardzo dużej miąższości oraz przewarstwień gruntów skalistych, jak również pewne zakotwienie (utwierdzenie) podstawy pała w bardzo twardych skałach na zaprojektowaną głębokość. Dostępne są specjalne świdry dostosowane do poszczególnych wymienionych wyżej przeszkód.

#### **Rys. 1 Świder do skały twardej**

#### **Rys. 2 Świder rdzeniowy**

Odpowiednie rury początkowe (koronkowe) umożliwiają przejście kolumny rur przez przeszkodę i wiercenie poniżej jej zaprojektowaną średnicą. Rury te umożliwiają również wykonanie szczelnych palisad (ścian palowych) z przecinających się pali. W przypadku zakotwienia – posadowienia pała w skale bardzo twardej optymalnym rozwiązaniem jest uwzględnienie w projekcie różnicy średnic rury obsadowej i świdrów (dla pali  $\varnothing$  600 do 1500mm wynosi ona 180mm)

#### **Rys. 3 Koronka**

#### **Rys. 4 Schemat różnicy średnic**

Pale wykonywane w technologii CFA nie mają takich dużych możliwości przewiercania przez przeszkody jak pale rurowane. Możliwe jest jednak przy doświadczonej firmie pewnego zakotwienia pała CFA w gruncie skalistym (do około 50 MPa) bardzo istotne przy wykonywaniu tą metodą palisad.

#### **Rys. 5 Przykład palisady wykonanej wzdłuż rzeki Raby w czasie budowy „Zakopianki” (wykonano 1940 mb palisady – 14388mb pali)**

### **Przykłady wykonanych przewierceń**

Możliwość wykonywania przewierceń przez stare konstrukcje budowlane wykorzystuje się szczególnie w budownictwie komunikacyjnym – budowa nowych obiektów w miejscu starych

w czasie modernizacji dróg oraz przy wykonywaniu w postaci palisad obudowy głębokich wykopów.

#### **Rys. 6 Wroclavia Center – widok po częściowym odkopaniu palisady**

#### **Rys. 7 Geologia**

Palisada wykonywana była w centrum Wrocławia obok Rynku w odległości 20 cm od obrysu sąsiednich budynków i do głębokości około 9m pod powierzchnią terenu natrafialiśmy na różne pozostałości starych konstrukcji budowlanych w tym również stalowych

#### **Rys. 8 Warszawa ulica Królewska**

Przykład ten pokazuje wykonanie palisady w uzupełnieniu – zamknięciu ścianki szczelinowej w sytuacji natrafienia w czasie jej głębienia na stare konstrukcje budowlane. Próby wykonywania przewierceń przy pomocy dłut i wybieraków w osłonie bentonitowej spowodowały liczne obwały i znaczne zużycie betonu widoczne jako „wybrzuszenia” widoczne w prawej części zdjęcia. Część obudowy wykonana w technologii pali wierconych w osłonie rurowej umożliwiła pewne i szczelne jej zamknięcie (ściana z przecinających się pali).

#### **Rys. 9 Ściana palowa wykonana w systemie DDK (podwójna głowica, Vdw) z przewierciem przez stare fundamenty ceglane**

System „podwójnej głowicy” jest to połączenie technologii CFA z palem rurowym. Jedna głowica wkręca świder wiertniczy druga równocześnie rurę osłonową. Umożliwia to bardzo szybkie wykonanie pala bez konieczności okresowego usuwania urobku oraz pewne dowolne zabrojenie go również zbrojeniem wiotkim na całej długości.

#### **Pale ukośne**

Bardzo ważną zaletą pali wierconych jest łatwość wykonywania ich pod kątem – kąty do 15° wykonuje standardowo większość maszyn pracujących na rynku polskim. Większe kąty są również do wykonania ale przed ich zaprojektowaniem należy przeprowadzić analizę ekonomiczną uwzględniającą między innymi istniejące warunki gruntowe, długość oraz ilość pali. Pale ukośne szczególnie ukształtowane w formie „kozłów” pozwalają na przeniesienie bardzo dużych sił poziomych i momentów zginających. Można je wykorzystywać w budownictwie komunikacyjnym (przyczółki obiektów mostowych) przy projektowaniu posadowień ścian oporowych itp.

#### **Rys. 10 Schemat fundamentu kozłowego**

## **Rys. 11 Przykład wykonanego pala ukośnego fundamentu zadaszania amfiteatru w Ustroniu.**

Ściany oporowe można również wykonywać z palisad z pali ukośnych (do 15°). Umożliwia to eliminację lub znaczne ograniczenie ilości ewentualnych kotew gruntowych w zależności od wysokości użytkowej ściany po odkopaniu.

### **Pale ukośne w technologii CFA**

Wykonanie pali ukośnych w technologii CFA jest możliwe w zakresie kątów do 15°. Przy projektowaniu zbrojeń tych pali oprócz wskazówek z poprzedniego artykułu należy uwzględnić konieczność wykonywania specjalnych konstrukcji pomocniczych umożliwiających pewne osadzenie zbrojenia w świeżo uformowanym betonie pala. Z doświadczeń autora optymalnym rozwiązaniem jest wykonywanie zbrojeń sztywnych o długości nie większej niż połowa długości pala.

### **Możliwość wykonywania pali wierconych w trudno dostępnych miejscach.**

Dzięki wykorzystaniu rotatorów, możliwości pobijania czy wibracyjnego pogrążania rury osadowej można wykonać pale na skarpach i w innych trudno dostępnych miejscach. Urobek usuwany jest wtedy przy pomocy wybieraków dłutowych, mocowanych do typowych żurawi. Warto to wykorzystać w przypadku projektowania pali pod przeszkodami np. rurociągami, liniami energetycznymi itp. Dostępne są również urządzenia wiertnicze, montowane na typowych koparkach, umożliwiające wykonanie pali w osłonie rurowej w odległości nawet do kilkunastu metrów od maszyny bazowej.

## **Rys. 12 Plac Bankowy**

### **Uwarunkowania gruntowe stosowania pali wierconych**

Pale wiercone szczególnie w osłonie rurowej są palami bardzo uniwersalnymi. W pewnych warunkach gruntowych należy jednak zachować szczególną ostrożność i postawić szczególne wymagania. Dotyczy to szczególnie:

- przejścia przez grunty bardzo słabe, namuły, torfy itp.
- występowania wody gruntowej z bardzo napiętym zwierciadłem

### **Uwaga końcowa**

Na polskim rynku wykonywanych jest wiele rodzajów pali. Należy pamiętać, że **każdy z nich wymyślono jako najlepszy dla konkretnych warunków** (nie ma pala uniwersalnego).

Umiejętność optymalnego doboru rodzaju palowania jest sztuką bardzo trudną i możliwą tylko w sytuacji poznania zalet i wad różnych technologii.

Zachęcam Projektantów do korzystania z doświadczeń różnych wykonawców w celu właściwego – optymalnego doboru rodzaju posadowienia dla danych warunków gruntowych i obciążeń.

Na stronie internetowej Polskiego Zrzeszenia Wykonawców Fundamentów Specjalnych znajdziecie Państwo dane wszystkich liczących się na rynku firm wykonawczych. ([www.pzwfs.pl](http://www.pzwfs.pl))