



Fot. 1. | Wiertnica MDT podczas wykonywania mikropala na terenie Elektrowni Bełchatów



Fot. 2. | Widok gęstej zabudowy na placu budowy

mgr inż. Artur Jaroń
Zakład Robót Inżynieryjnych
Henryk Chrobok i Hubert Chrobok sp. j.

Mikropalowanie na terenie Elektrowni Bełchatów

Zakład Robót Inżynieryjnych Henryk Chrobok i Hubert Chrobok sp. j. w okresie kwiecień - lipiec 2010 r. wykonał szereg robót w ramach budowy fundamentów konstrukcji wsporczej kanałów spalin na terenie Elektrowni Bełchatów dla bloków nr 5 i 6

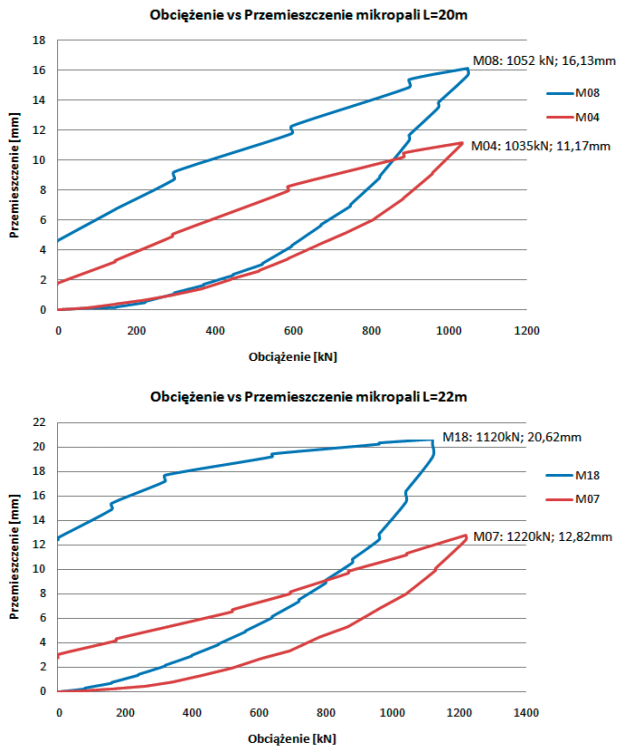
Zleceniodawcą prac była firma Bilfinger Berger Budownictwo S.A. – Oddział Inżynieryjny, a w zakres powierzonych nam prac wchodziło wykonanie posadowienia pośredniego dla ww. bloków w postaci mikropali wraz z opracowaniem projektu wykonawczego oraz przeprowadzeniem próbnych obciążeń. Łączny zakres powierzonych nam robót to ponad 1000 mb mikropali opartych na systemie firmy GSI GONAR T76N.

Nazwą mikropale określa się pale o stosunkowo niewielkiej średnicy w zakresie 100÷300 mm. Na rynku istnieje szereg dostępnych technologii wykonania mikropali. Podstawowy podział polega na wykonaniu mikropali tzw. samowiercących lub systemowych oraz zwykłych pali wierconych. W pierwszym przypadku wykorzystuje się żerdź systemową o gwincie falistym lub trapezowym. Na początku żerdzi znajduje się koronka wiertnicza, natomiast same żerdzie połączone są łącznikami systemowymi. Całość żerdzi służy jednocześnie do wykonania odwiertu o żądanej średnicy i podania zaczynu w postaci płuczki wodno-cementowej oraz pełni rolę docelowego zbrojenia mikropala. Głównym elementem nośnym mikropala jest jego zbrojenie, natomiast płuczka cementowo-wodna pełni rolę otuliny żerdzi, zwiększa powierzchnię mikropala na pobocznicy, zwiększa jego sztywność oraz zespała mikropal z otaczającym gruntem dzięki „postrzępionej” strukturze buławy iniekcyjnej. Tak wykonana buława wzmacnia jednocześnie grunt w bezpośrednim sąsiedztwie poprzez petryfikację zaczynu, zwłaszcza w gruntach niespoistych. Zbrojenie mikropala w postaci żerdzi oznacza się znacznie większą wytrzymałością na zginanie i ścinanie niż pręty zbrojeniowe o tym samym przekroju poprzecznym. Płuczka podawana jest w stosunku $w/c = 0,4 \pm 0,8$, natomiast zużycie cementu (przeważnie jest to cement portlandzki wieloskładnikowy CEMIII 32,5 R lub cement) mieści się w zakresie 25÷80 kg/mb mikropala i zależy głównie od zastosowanego systemu. Do wykonania mikropali wykorzystuje się w zależności od warunków gruntowych wiert-

nicę hydrauliczną wyposażoną w głowicę obrotową lub obrotowo-udarową (fot. 1.). Mikropale systemowe wykonuje się bez rur osłonowych, co umożliwia swobodną petryfikację zaczynu wodno-cementowego do ośrodka gruntowego, zwiększając dodatkowo tarcie na pobocznicy oraz średnicę mikropala w stosunku do koronki wiertniczej nawet o 100% w pospółkach i żwirach oraz o ok. 50% w gruntach niespoistych.

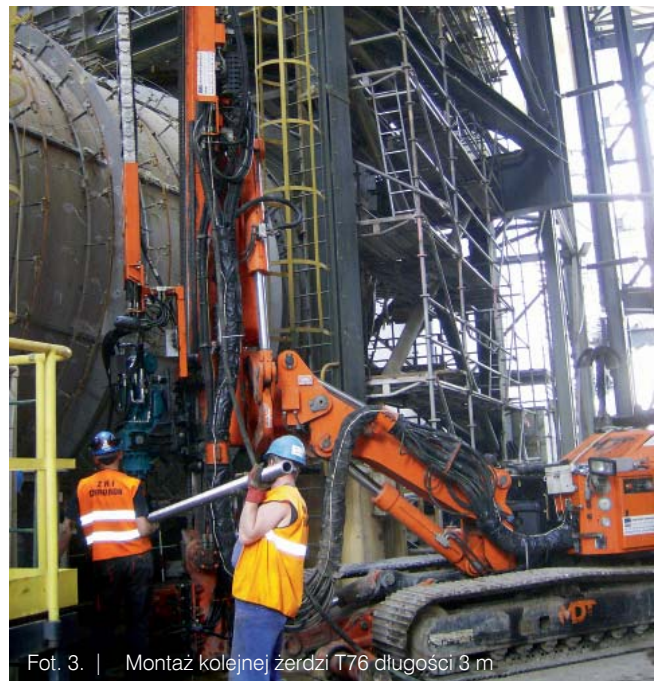
Powodem zastosowania mikropali była przede wszystkim gęsta sieć uzbrojenia terenu, która uniemożliwiała wykonanie pali o większych średnicach. Ponadto gęsta sieć uzbrojenia podziemnego, jak i zabudowań na zewnątrz (fot. 2.) uniemożliwiałaby swobodne poruszanie się wiertnic wielkogabarytowych typu Bauer RT16G lub podobnych. Drugim powodem zastosowania tej technologii było występowanie w warstwie nasypów przewarstwień niezidentyfikowanych pod względem lokalizacji i grubości warstw betonu, które miejscowo uniemożliwiły geologom wykonanie głębszych odwiertów. Stąd przyjęto konieczność zastosowania wiertarki obrotowo-udarowej, co w połączeniu z odpowiednią koronką wiertniczą dawało przewagę nad innymi możliwymi technologiami palowania. Zastosowano mikropale Gonar T76N o średnicy koronki $\phi 200$ mm długości w zakresie 18÷24 m. Prace przeprowadzono w środowisku gruntowym składającym się przede wszystkim z nasypów zbudowanych z gruntów piaszczystych i piaszczysto-gliniastych głębokości 8,5 m÷12 ppt. Nasypy te utworzone zostały w sposób niekontrolowany. Poniżej zalega warstwa zagęszczonych piasków drobnych i pylistych. Nie stwierdzono występowania wody gruntowej. Wg materiałów archiwalnych zwierciadło wody gruntowej jest znacznie obniżone i utrzymuje się na poziomie 20 m ppt.

Przyjęto wykonanie próbnych obciążeń mikropali na poziomie 175% projektowanej nośności. Ze względu na fakt granicznego obciążenia plastycznego żerdzi T76N na poziomie 1200 kN przeprowadzono cztery próbne obciążenia (po dwa na każdym bloku)



Rys. 1,2. | Obciążenie vs przesunięcie mikropali pali długości 20 m i 22 m

na mikropalach długości 20 m (M04 i M08) i 22 m (M07 i M18), których nośność projektowana wynosiła odpowiednio ok. 600 kN i ok. 700 kN. Pale M08 i M18 zostały wykonane pod blokiem nr 5, gdzie miąższość nasypów sięgała 8,5 m, natomiast pale M04 i M07 pod blokiem nr 6, gdzie miąższość nasypu sięgała do 12 m ppt. Obciążenia przeprowadzone zostały zgodnie z PN-83/B-02482 „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych” przez firmę Piletest sp. z o.o. z Bielska-Białej po 28 dniach od wykonania mikropali, jako test na wyciąganie. Warunki SGN wg PN zostały spełnione, a wyniki obciążeń przedstawione są na wykresach. Wykres nr 1 przedstawia wyniki próbnych obciążeń pali długości 20 m, natomiast wykres nr 2 pali długości 22 m. Jednocześnie zestawiono wykresy pali wykonanych w podobnych warunkach gruntowych, tj. pale w parach M04 i M07 w nasypie miąższości 12 m i M08 z M18 w nasypie miąższości 8,5 m. Wszystkie warunki SGN zostały spełnione, jednakże analiza wyników wskazuje na nieznaczną „przewagę” mikropali wykonanych w nasypach o miąższości 12 m, a więc teoretycznie w słabszych gruntach. Brak stwierdzonego zwierciadła wody gruntowej świadczy o dobrej filtracji nasypu, co wskazuje na występowanie w nim w głównej mierze gruntów niespoistych. Ponadto jego miąższość (8,5+12 m) w połączeniu ze swobodną filtracją wody prawdopo-

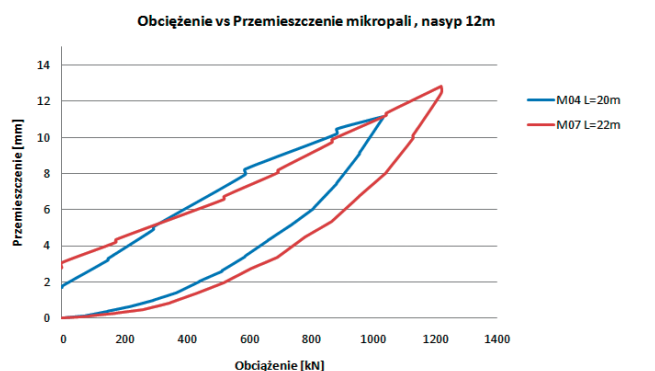
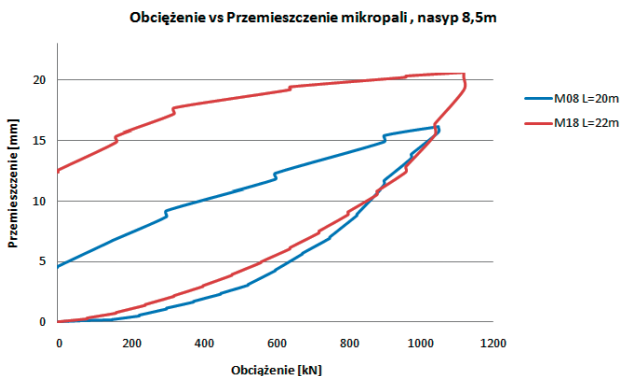


dobnie spowodowały dogęszczenie nasypu, przynajmniej w jego dolnych partiach. Czynniki te, w połączeniu ze swobodno petryfikacją zaczynu, mogły mieć wpływ na przedstawione rezultaty przemieszczeń pali, przyjmując założenie, że nasyp zachował się jak dobrze zagęszczony piasek. Przemawiają za tym również rezultaty mikropali krótszych, które są nieco lepsze od mikropali dłuższych, nie mniej na wyniki tych dłuższych mogło mieć wpływ zbliżenie się wartości obciążenia mikropali do granicy plastyczności żerdzi. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na wynik trwałych przemieszczeń M18 oraz tempo jego przemieszczeń w końcowej fazie, potwierdzające słuszność założenia o obciążaniu pali maksymalnie do poziomu 175% ich nośności.

Prace wykonane przez naszą firmę zostały zakończone zgodnie z harmonogramem, co w ramach tego zadania miało wyjątkowe znaczenie. Na łamach niniejszego artykułu pragniemy podziękować zleceniodawcy, firmie Bilfinger Berger Budownictwo S.A., firmie Biuro-Konstruktor oraz firmie Piletest sp. z o.o. za dobrą współpracę i wzajemną pomoc podczas realizacji tego zadania. Liczymy na dalszą, owocną współpracę i życzymy powodzenia w kolejnych realizacjach.

Materiały pomocnicze:

1. „Projekt Posadowienia Pośredniego Fundamentów F1-F4 i F5-F8 pod Konstrukcję Wsporczą Kanałów Spalin Blok nr 5 i 6”, Biuro – Konstruktor Jan Jasica i Bartosz Mrówka, maj 2010 r.
2. „Projekt i Wyniki Próbných Obciążeń na Wyciąganie Mikropali $\phi 200$ ”, Piletest sp. z o.o., czerwiec 2010 r.



Rys. 3,4. | Wykres 3 i 4. Obciążenie vs przesunięcie mikropali pali w nasypach miąższości 8,5 m i 12 m