



FOT. 1. | Obciążenie statyczne pila w ramach realizacji fundamentów terminala LNG w Swinoujściu

PALE POD KONTROLĄ CO DAJĄ STATYCZNE PRÓBNE OBCIĄŻENIA?

Badania fundamentów głębokich są istotnym elementem dużych inwestycji infrastrukturalnych prowadzonych w naszym kraju. O tym, jak sprawdza się rzeczywistą nośność pali, czym różnią się badania wstępne od odbiorczych oraz jakie możliwości daje współczesna aparatura pomiarowa, rozmawiamy z Elżbietą Skęczek, młodszą projektantką z firmy GEO-Instruments Polska.

Łukasz Madej: *Jakie znaczenie mają statyczne próbné obciążenia pali?*

Elżbieta Skęczek: Statyczne próbné obciążenia pali pozwalają na najbardziej wiarygodne i dokładne określenie rzeczywistej nośności pali. Ma to szczególne znaczenie w dobie rosnących wymagań dotyczących bezpieczeństwa konstrukcji oraz optymalizacji kosztów inwestycji. Nawet bardzo szczegółowe rozpoznanie geotechniczne nie jest w stanie całkowicie wyeliminować niepewności związanej z rzeczywistą nośnością pali, ponieważ ostatecznie o zachowaniu pala decyduje rzeczywisty grunt oraz rzeczywiste warunki jego wykonania. Dlatego, mimo coraz bardziej zaawansowanych narzędzi projektowych, próbné obciążenia pozostają jedną z najskuteczniejszych metod weryfikacji rzeczywistej pracy fundamentów palowych.

Ł.M.: *Jak można podzielić statyczne próbné obciążenia pali?*

E.S.: Ze względu na to, na jakim etapie robót są wykonywane, można je podzielić na dwie grupy: badania wstępne oraz badania odbiorcze. Sposób, w jaki prowadzone jest próbné obciążenie pala, jest ten sam, różnica polega na tym, jaki jest cel ich wykonania.

Ł.M.: *Jaki jest cel badań wstępnych i jak ich wyniki mogą wpłynąć na projekt fundamentu?*

E.S.: Na etapie projektowania parametry przyjmowane są na podstawie rozpoznania geotechnicznego oraz zależności obliczeniowych opisanych w normach i literaturze. W praktyce rzeczywista nośność pali i ich zachowanie pod wpływem obciążenia może odbiegać od założeń przyjętych przez projektanta. Badania wstępne pozwalają określić rzeczywistą nośność pali i zweryfikować założenia przyjęte w projekcie. W odróżnieniu od badań odbiorczych – podczas testów wstępnych pale są zwykle obciążane większymi siłami, często aż do osiągnięcia nośności granicznej. Dzięki temu możliwe jest poznanie pełnej charakterystyki pracy pala oraz określenie rzeczywistych rezerw nośności wynikających z warunków gruntowych. Uzyskane wyniki pozwalają projektan-

tom zoptymalizować długość i średnicę pali, a także ich liczbę w ostatecznym projekcie posadowienia. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie kosztów materiałowych i wykonawczych bez pogorszenia bezpieczeństwa konstrukcji.

Ł.M.: *Czemu służą badania odbiorcze i czy można w nich wykorzystywać pale docelowe?*

E.S.: Badania odbiorcze wykonuje się na palach stanowiących część projektowanego fundamentu. Celem próbnych obciążeń w fazie odbiorczej jest potwierdzenie, że wykonane pale spełniają wymagania projektowe dotyczące nośności i dopuszczalnych przemieszczeń. Podczas próbnego obciążenia monitoruje się nie tylko pal próbny, ale również pale kotwiące, aby nie dopuścić do ich nadmiernego uniesienia, określonego normowo, i umożliwić ich późniejsze wykorzystanie w konstrukcji fundamentu bez ograniczeń.

Ł.M.: *Na czym polega badanie sztywności pala?*

E.S.: Badanie sztywności pala to rodzaj statycznego próbnego obciążenia. Polega na stopniowym obciążeniu pala, jednak bez przeciążania go, tzn. na obciążaniu go jedynie w zakresie jego obciążeń projektowych. Wynikiem badania jest krzywa obciążenie-osiadanie, która pozwala zweryfikować parametry sztywności pali wykorzystane w obliczeniach fundamentu.

Ł.M.: *Jak postęp technologiczny zmienił sposób wykonywania próbnych obciążeń i prowadzenia pomiarów?*

E.S.: Rozwój technologiczny widoczny jest także w ściśle wyspecjalizowanych próbach obciążeniowych. Dawniej konieczna była obecność technika na placu budowy podczas badania. Musiał on na bieżąco spisywać wskazania czujników i utrzymywać siłę za pomocą pompy ręcznej. Obecnie próbné obciążenia przeprowadzamy już przy użyciu zestawów zautomatyzowanych urządzeń. Pomiary wykonuje się za pomocą elektronicznych czujników przemieszczeń i siły, podłączonych do komputera. Wyniki są rejestrowane z precyzyjnym oznaczeniem czasu każdego



ELŻBIETA SKĘCEK

Młodsza projektantka w firmie GEO-Instruments, specjalizująca się w badaniach fundamentów głębokich, głównie w zakresie statycznych i dynamicznych próbnych obciążeń oraz badań ciągliwości pali. Absolwentka Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, gdzie ukończyła studia na kierunkach: budownictwo w specjalizacji „Geotechnika i budownictwo specjalne” oraz górnictwo i geologia w specjalizacji „Geotechnika i geologia inżynierska”.

Nawet bardzo szczegółowe rozpoznanie geotechniczne nie jest w stanie całkowicie wyeliminować niepewności związanej z rzeczywistą nośnością pali



Podczas próbnego obciążenia monitoruje się nie tylko pal próbny, ale również pale kotwiące



FOT. 2. | Obciążenia statyczne pali dla fundamentów strategicznej infrastruktury. Fot. GEO-Instruments

odczytu. Na podstawie wprowadzonego indywidualnego programu badania, automatycznie regulowana jest również praca układu hydraulicznego. Zaprogramowana w ten sposób sekwencja kontroluje kolejne etapy obciążania i odciążania pala. Ponadto wyniki pomiarów pala próbnego, pali kotwiących oraz konstrukcji stanowiska są na bieżąco analizowane pod kątem bezpieczeństwa. Automatycznie wykrywane jest nierównomierne obciążenie pala lub ewentualna nieprawidłowa praca siłownika. W przypadku przekroczenia dopuszczalnych wartości, następuje automatycz-

ne zatrzymanie badania i powiadomienie technika. Jest to szczególnie istotne, bo pozwala ograniczyć ryzyko nagłego przemieszczenia elementów układu czy utraty stabilności stanowiska badawczego.

Ł.M.: W takim razie jaką rolę w zautomatyzowanym badaniu pełni technik?

E.S.: Technik ma stały, zdalny dostęp do wszystkich rejestrowanych parametrów oraz możliwość kontrolowania postępów badania z dogodnego miejsca. Dzięki temu może natychmiast reagować na zdarzenia występujące podczas próby obciążeniowej.

Ł.M.: Jakie korzyści daje taki sposób prowadzenia próby?

E.S.: Automatyzacja zwiększa dokładność przyłożenia siły i stabilność pomiarów, ogranicza wpływ błędów operatorskich oraz umożliwia nieprzerwaną rejestrację wszystkich parametrów badania. Dzięki temu uzyskiwane wyniki są bardziej wiarygodne i łatwiejsze do interpretacji. Dużą zaletą jest również kwestia zwiększenia bezpieczeństwa – w obrębie wyznaczonego terenu prac nie znajduje się żaden z pracowników, a w przypadku ewentualnych nieprawidłowości w trakcie badania wysyłane są automatyczne alerty po przekroczeniu dopuszczalnych wartości. Zmiana w obrębie np. stateczności konstrukcji, która ludzkim okiem byłaby widoczna dopiero na późniejszym etapie, może być obecnie wykryta znacznie wcześniej.

Ł.M.: Podsumowując – dlaczego statyczne próbne obciążenia pali są tak ważne?

E.S.: Ich największą wartością jest możliwość zdobycia wiedzy o rzeczywistym zachowaniu fundamentu, której nie da się uzyskać wyłącznie na podstawie badań geotechnicznych i obliczeń. Statyczne próbne obciążenia pali pozwalają zweryfikować założenia projektowe oraz potwierdzić bezpieczeństwo przyjętych rozwiązań, a niekiedy również wskazać możliwości optymalizacji kosztów. Są jednym z najbardziej wiarygodnych sposobów oceny pracy fundamentów głębokich.

Ł.M.: Dziękuję za rozmowę.

E.S.: Dziękuję.



FOT. 3. | Próbné obciążenie statyczne na terenie Walcowni w Koninie. Fot. GEO-Instruments