



## Specyfikacje techniczne.

# Próbne obciążenia statyczne pali fundamentowych

■ mgr inż. Barbara Dziejna, PILETEST sp. z o.o.

Specyfikacje techniczne (ST), będące zbiorem szczegółowych wymagań dla poszczególnych rodzajów robót, stanowią dokument przetargowy i kontraktowy w ramach konkretnego zadania inwestycyjnego. Określają wymagania dotyczące właściwości materiałów, sprzętu, środków transportu, technologii wykonania i kontroli robót, a także obmiaru, odbioru oraz płatności. W praktyce niejednokrotnie można się spotkać ze specyfikacjami, których zapisy budzą wiele wątpliwości i wymagają przedstawienia przez projektanta dodatkowych wyjaśnień. Skorzystanie z jednolitego wzoru prawidłowo opracowanych specyfikacji może zapobiec wielu problemom.

W niniejszym artykule przedstawiamy najważniejsze wymagania, które powinny być zawarte w specyfikacjach dotyczących próbnych obciążeń pali fundamentowych.

### Użyteczne rozwiązania projektowe

Już na etapie projektowania fundamentu palowego można rozważyć i wskazać odpowiednią lokalizację pali przeznaczonych do próbnych obciążeń. Badania należy wykonać w każdej strefie geotechnicznej i dla każdego typu pala. Wybór lokalizacji powinien być dokonany również ze względu na możliwość użycia pali kotwiących. Do przeniesienia siły obciążającej w większości przypadków, wyłączając krótkie pale oparte na skale, wystarczą cztery pale kotwiące. Pal próbny powinien być zlokalizowany w ich geometrycznym środku, wtedy siły wyciągające poszczególne pale będą równe. Wskazanie pala próbnego wraz z kotwiącymi już na etapie projektu znacznie obniża koszty realizacji. Zdarzają się przypadki niegospodarności projektantów, np. zalecenie wykonania badania statycznego na podporze mostowej, w skład której wchodzi tylko dwa pale

wielkośrednicowe o dużych nośnościach. Koszt próbnych obciążeń – czy to balastowych, czy z dowierceniem dodatkowych pali kotwiących – może przewyższyć koszt samych pali. W takim przypadku można byłoby rozważyć wyłączenie pali z badań, w zastępstwie projektując je z większymi współczynnikami bezpieczeństwa (przewymiarowanie, wydłużenie pali o 1–2 m) i zalecając badania ciągłości pali metodami Sonic Echo lub Cross Hole Sonic Logging.

### Maksymalna siła do wywołania w próbnym obciążeniu

W opisie technicznym projektu lub w specyfikacji próbnych obciążeń nie można zapomnieć o wyszczególnieniu projektowanych nośności i obciążeń pali fundamentowych. Bez tych informacji nie można wycenić, projektować i wykonać badań.

Według normy PN-83/B-02482 próbne obciążenia wciskające i wyciągające należy projektować na siły równe półtorakrotnej wartości nośności pala ( $1,5 N_p$ ). Większość próbnych obciążeń to jednak badania odbiorcze, których celem jest wykazanie, że nośność pala przewyższa projektowane obciążenia. Dlatego też

w przypadkach, kiedy różnice między nośnością pala a przewidywanym obciążeniem obliczeniowym są dość duże (powyżej 30% obciążenia obliczeniowego), należałoby powołać się na Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne, cz. 1*. Według tego zapisu, obciążenie przyłożone w czasie próbnych obciążeń pali konstrukcyjnych powinno być co najmniej równe obciążeniu obliczeniowemu przyjętemu w projekcie fundamentu. Dla prawidłowej interpretacji wyniku należałoby zatem wykonać obciążenie do półtorakrotnej wartości obciążenia obliczeniowego ( $1,5 Q_p$ ). Jedynie w uzasadnionych przypadkach, gdy występują określone przesłanki, po konsultacji z wykonawcą próbnego obciążenia lub projektantem obciąża się wartością  $1,5 N_p$ .

### Z balastem czy bez?

Już na samym etapie pisania ST bardzo często zostaje określony rodzaj próbnego obciążenia, zazwyczaj przyjmuje się, iż będzie to obciążenie balastowe, jednoznacznie określając sposób wykonania obciążenia. Należałoby się jednak zastanowić nad tą decyzją, gdyż zastosowanie balastu jest rozwiązaniem trudniejszym, a więc dużo droższym. Przy dużym zagęszczeniu siatki palowania o wiele korzystniej jest dążyć do użycia sąsiednich pali jako kotwiących. Można również rozważyć zastosowanie układu mieszanego: kotwiąco-balastowego. Wyboru tego należy dokonać nie na etapie opracowywania specyfikacji, lecz projektu próbnego obciążenia.

### Termin przeprowadzenia badań

Norma zaleca, aby obciążenie na palach wykonywanych w gruncie przeprowadzać nie wcześniej niż po 30 dniach od ich wykonania lub po stwierdzeniu odpowiedniej wytrzymałości próbek betonu. Dochodzi przez to do sytuacji, w których próbuje się obciążać pale wiercone, wykonane przykładowo po siedmiu dniach, bazując tylko na wytrzymałości betonu i nie uwzględniając rodzaju podłoża gruntowego. Skutkiem tego może być otrzymanie nieprawidłowych wyników.

### Wykonanie pali wstępnych

Zdarzają się zapisy specyfikacji narzucające wykonanie próbnego obciążenia „tylko” na palach konstrukcyjnych. Otóż niejednokrotnie w praktyce zachodzi konieczność wykonania pali wstępnych, jest to podyktowane wieloma czynnikami, które często pojawiają się na etapie późniejszym niż opracowywanie ST. Pale te nie zawsze mogą być jednak później wykorzystane jako konstrukcyjne. Zatem taka informacja może być określona dopiero na etapie opracowywania projektu próbnego obciążenia. Podobnie dotyczy to zapisów mówiących o tym, iż poziom skucia pali powinien być zgodny z określonym w ST. Ta wytyczna również powinna być sprecyzowana dopiero w fazie opracowywania projektu.

### Urządzenia pomiarowe

Kontrolowanie odczytów przemieszczeń pali to najważniejsze zadanie w czasie próbnego obciążenia. Istotne jest zatem, aby prowadzić podwójne sprawdzanie tych wartości oraz sprecyzować dokładność urządzeń rejestrujących. Specyfikacja powinna wymagać, by przemieszczenia pali były mierzone za pomocą indukcyjnych lub zegarowych czujników mechanicznych, zapewniających otrzymanie wyników z dokładnością do 0,01 mm. Kontrola poprawności odczytów z czujników powinna odbywać się poprzez pomiar osiadania głowicy pala niwelatorem o dokładności 0,5 mm. To samo dotyczy pomiaru sił, które to należy prowadzić zarówno za pomocą dynamometru, jak

i poprzez kontrolę ciśnienia w układzie hydraulicznym pompy. Należy zaznaczyć, aby komputer użyty w czasie badania posiadał zasilanie awaryjne. Wszystkie wymienione czynności nie tylko dają podwójną kontrolę w czasie obciążenia, ale również umożliwiają zdalne jego przeprowadzenie, zapewniając bezpieczeństwo osobom pracującym przy wykonywaniu badania.

### Legalizacja urządzeń

Specyfikacje techniczne niejednokrotnie zawierają zapis, że urządzenia i czujniki pomiarowe muszą posiadać świadectwa legalizacji Głównego Urzędu Miar (GUM). Jest to jednak niemożliwe do spełnienia w przypadku urządzeń o udźwigu powyżej 3 MN, których GUM nie kalibruje, a które są wykorzystywane w czasie badań. Należy zatem dopuścić możliwość przeprowadzenia legalizacji przez jednostki zagraniczne, posiadające odpowiedni do tego sprzęt i uprawnienia. Częstotliwość kalibracji sprzętu zarówno czujników przemieszczeń, jak i dynamometrów i manometrów nie powinna przekraczać roku. Nie należy zapomnieć o równie częstej rektyfikacji niwelatorów.

### Wykonawca robót

Wykonawca badań nie może być zależny od wykonawcy pali fundamentowych. Jest to zdrowa zasada przyjęta na całym świecie. Jednak często używany zapis „próbnego obciążenia pali oraz analizę i opracowanie wyników wykonuje jednostka naukowo-badawcza zakwalifikowana przez Ministerstwo Infrastruktury do badań budowli mostowych in situ” jest o tyle niewłaściwy, że ministerstwo nie ma podstaw prawnych do przeprowadzania takich kwalifikacji i nigdy ich nie wykonywało. Ponadto nie znajduje to odzwierciedlenia w zapisach normowych. Z kolei wskazanie konkretnego wykonawcy nie jest zgodne z Prawem zamówień publicznych. Zatem badania mogą być przeprowadzone przez jednostkę posiadającą odpowiednie doświadczenie oraz sprzęt.

### Wzór specyfikacji

Jako wykonawca próbnego obciążenia pali fundamentowych chcielibyśmy zaprosić Czytelników do zapoznania się ze wzorem specyfikacji technicznej umieszczonej na stronie internetowej [www.piletest.pl](http://www.piletest.pl). Uważamy, że etap przeprowadzania obciążeń jest jednym z istotniejszych czynników zapewniających bezpieczeństwo wykonania i użytkowania konstrukcji, zatem bardzo ważne jest, aby wymagania dotyczące tego rodzaju robót były właściwie opracowane i przestrzegane, czemu właśnie służy wzór opublikowanej specyfikacji. Prosimy o przesyłanie swoich uwag na adres e-mail: [info@piletest.pl](mailto:info@piletest.pl). Będziemy wdzięczni za sugestie dotyczące wprowadzenia zmian i udoskonaleń w specyfikacji technicznej.

### Literatura

1. ASTM D 1143/D 1143M-07 *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load*.
2. ASTM D 3689-07 *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load*.
3. *Handbook on Pile Load Testing, Federation of Piling Specialists*, 2006.
4. *Method statement for static pile load testing using PMC electronic datalogging system*. Ken A. Cameron, 2001.
5. PN-83/B-02482 *Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych*.
6. PN-EN 1997-1 Eurokod 7. *Projektowanie geotechniczne, cz. 1 Zasady ogólne*.