**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**Próbne obciążenia pali fundamentowych**

**SPIS TREŚCI**

**I. Próbne obciążenia pali fundamentowych metodą statyczną………………………………………………...4**

1. Wstęp…………………………………………………………………………………………………………….4

1.1. Przedmiot ST…………………………………………………………………………………………………..4

1.2. Zakres stosowania ST………………………………………………………………………………………….4

1.3. Zakres robót objętych ST………………………...……………………………………………………………4

1.4. Określenia podstawowe………………………………………………………………………………………..4

1.5. Ogólne warunki dotyczące robót………………………………………………………………………………4

2. Materiały…...……………………………………………………………………………………………………4

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów…………………………………………………………………….4

2.2. Materiały do wykonania robót………...………………………………………………………………………5

3. Sprzęt…………………………………………………………………………………………………………….5

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu………………………………………………………………………...5

3.2. Sprzęt do wykonywania robót…………………………………………………………………………………5

4. Transport………………………………………………………………………………………………………...5

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu……………………………………………………………………...5

4.2. Transport i przechowywanie materiałów……………………………………………………………………...5

5. Wykonanie robót………………………………………………………………………………………………...6

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót…………...………………………………………………………………6

5.2. Dokumentacja projektowana…………………………………………………………………………………..6

5.3. Wartości obciążeń próbnych…………………………………………………………………………………..6

5.4. Zasady wykonywania robót……………………………………………………………………………………6

5.5. Zasady określania liczby i wyboru miejsca pali próbnie obciążanych………………………………………..6

5.6. Termin przeprowadzenia próbnych obciążeń…………………………………………………………………7

5.7. Wykonywanie pali wstępnych………………………………………………………………………………...7

5.8. Przygotowanie głowicy pala do wykonania próbnego obciążenia……………………………………………7

5.9. Wykonanie próbnego obciążenia……………………………………………………………………………...8

5.9.1. Warunki ogólne wykonania próbnego obciążenia…………………………………………………………..8

5.9.2. Próbne obciążenie pali na wciskanie………………………………………………………………………...8

5.9.3. Próbne obciążenia pali na wyciąganie……………………………………………………………………….8

5.10. Dokumentacja badań nośności pali w terenie………………………………………………………………..9

5.11. Wykorzystanie pali próbnie obciążanych…………………………………………………………………….9

5.12. Analiza wyników……………………………………………………………………………………………..9

5.13. Roboty wykończeniowe……………………………………………………………………………………...9

6. Kontrola jakości robót…………………………………………………………………………………………...9

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót………………………………………………………………………….9

6.2. Badania w czasie robót………………………………………………………………………………………...9

7. Obmiar robót…………………………………………………………………………………………………...10

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót………………………………………………………………………………...10

7.2. Jednostka obmiarowa………………………………………………………………………………………...10

8. Odbiór robót……………………………………………………………………………………………………10

8.1. Ogólne zasady odbioru robót………………………………………………………………………………...10

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu…………………………………………………………..10

9. Podstawa płatności……………………………………………………………………………………………..10

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności……………………………………………………………..10

9.2. Cena jednostki obmiarowej………………………………………………..………………………………...10

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących…………………………………………….10

10. Przepisy związane…………………………………………………………………………………………….11

**II. Próbne obciążenia pali fundamentowych metodą dynamiczną…………………………………………...12**

1. Wstęp…………………………………………………………………………………………………………...12

1.1. Przedmiot ST…………………………………………………………………………………………………12

1.2. Zakres stosowania ST………………………………………………………………………………………...12

1.3. Zakres robót objętych ST…………………………………………………………………………………….12

1.4. Określenia podstawowe………………………………………………………………………………………12

1.5. Ogólne warunki dotyczące robót……………………………………………………………………………..12

2. Materiały……………………………………………………………………………………………………….12

3. Sprzęt…………………………………………………………………………………………………………...12

4. Transport……………………………………………………………………………………………………….12

5. Wykonanie pali…………………………………………………………………………………………………13

5.1. Kolejność robót………………………………………………………………………………………………13

5.2. Przygotowanie projektu próbnego obciążenia metodą dynamiczną…………………………………………13

5.3. Przygotowanie głowicy pala do wykonania próbnego obciążenia…………………………………………...13

5.4. Przygotowanie platformy roboczej…………………………………………………………………………..13

5.5. Budowa stanowiska próbnego obciążenia……………………………………………………………………13

5.6. Przeprowadzenie próbnych obciążeń dynamicznych………………………………………………………...13

5.7. Roboty końcowe……………………………………………………………………………………………...14

5.8. Opracowanie wyników próbnego obciążenia………………………………………………………………...14

6. Kontrola jakości robót………………………………………………………………………………………….14

7. Obmiar robót……...……………………………………………………………………………………………14

8. Odbiór robót……………………………………………………………………………………………………14

8.1. Zasady ogólne………………………………………………………………………………………………...14

8.2. Odbiór końcowym……………………………………………………………………………………………14

9. Podstawa płatności……………………………………………………………………………………………..15

9.1. Cena jednostkowa 1 kpl wykonanego próbnego obciążenia dynamicznego………………………………...15

10. Przepisy związane…………………………………………………………………………………………….15

**I. PRÓBNE OBCIĄŻENIA PALI FUNDAMENTOWYCH METODĄ STATYCZNĄ**

# WSTĘP

## Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem próbnego obciążenia pali………. dla posadowienia obiektu projektowanego w związku z budową……..

Niniejsza ST obejmuje roboty w zakresie wykonania próbnego obciążenia pali fundamentowych dla następujących obiektów inżynierskich:

## Zakres stosowania ST

Specyfikacja jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu   
i realizacji robót………..

## Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych   
z wykonaniem i odbiorem próbnego obciążenia pali……………. w ramach zadania określonego w pkt. 1.1.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji obejmują:

* projekt próbnego obciążenia,
* urządzenia sprzęt oraz ewentualne konstrukcje konieczne do realizacji obciążenia pali,
* obsługę urządzeń pomiarowych w trakcie prowadzenia obciążenia,
* dokumentację badania oraz pomiary,
* opracowanie i analizę wyników.

## Określenia podstawowe

Balast – obciążenie stałe zastosowane do próbnego obciążenia pala.

Pal próbny – każdy pal poddany próbnemu obciążeniu.

Pal kotwiący – pal sąsiedni pala poddanego badaniu, włączony do pracy konstrukcji oporowej.

Pal wstępny – pal wykonany dodatkowo, przed rozpoczęciem zasadniczych robót palowych.

Q**r** – obciążenie obliczeniowe działające na pal przyjmowane do sprawdzenia stanu granicznego nośności, obliczone przez projektanta posadowienia, kN.

N**t** – obliczeniowa nośność pala wciskanego, kN.

N**w** – obliczeniowa nośność pala wyciąganego, kN.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt….

# MATERIAŁY

## Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt…..

## Materiały do wykonania robót

* + 1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową.

Materiały do wykonywania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej.

* + 1. Stosowane materiały

Do wykonania próbnego obciążenia pali należy stosować następujące materiały:

* stal profilowa – na konstrukcję urządzeń do próbnego obciążenia zgodnie z normami odpowiadającymi zastosowanemu materiałowi,
* inne niezbędne materiały dla urządzeń pomocniczych zgodnie z wymaganiami Projektu próbnego obciążenia.

# SPRZĘT

## Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

* Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt.3.

## Sprzęt do wykonywania robót

Rodzaj zastosowanego sprzętu zależy od technologii próbnego obciążenia, przyjętej w projekcie próbnego obciążenia i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

Zaleca się, aby obciążenia pala próbnego było wykonane za pomocą siłowników hydraulicznych, o nośności określonej w projekcie próbnego obciążenia. Sprzęt obciążający powinien umożliwiać zwiększenie lub zmniejszenie obciążenia w łagodny sposób, lub też jego utrzymywanie na stałym poziomie dla każdej wymaganej wielkości.

W przypadku zastosowania kilku podnośników powinny być one podłączone do jednej pompy. Podnośnik, pompa, przewody, rury i inne urządzenia pracujące pod ciśnieniem hydraulicznym powinny być zaprojektowane na przenoszenie bez rozszczelnienia ciśnienia o wartości 1,1 razy wyższej od ciśnienia występującego w trakcie testu.

Przemieszczenia pali powinny być mierzone za pomocą indukcyjnych lub mechanicznych czujników 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. Pomiar siły powinien odbywać się za pomocą dynamometru umieszczonego pomiędzy podnośnikiem (siłownikiem), a konstrukcją obciążającą oraz manometru umieszczonego na pompie hydraulicznej. Czujniki (w przypadku zastosowania indukcyjnych), dynamometr oraz pompę hydrauliczną należy podłączyć do komputera przemysłowego pozwalającego na dokonywanie odczytów przemieszczeń oraz automatyczne utrzymywanie siły. Komputer powinien mieć zasilanie awaryjne. Niezależnie od wyników rejestrowanych automatycznie przez komputer, należy prowadzić dziennik próbnego obciążenia wg, wcześniej zaakceptowanego przez Nadzór . W przypadku braku automatyki i dynamometru, dopuszcza się wykonywanie badania z wykorzystaniem siłownika i manometru poprzez wzór kalibracyjny oraz zastosowania czujników analogowych.

Urządzenia pomiarowe powinny posiadać ważne atesty.

Podczas wykonywania badań cały sprzęt do pomiaru obciążenia i przemieszczeń oraz belki muszą być zabezpieczone przed ujemnym wpływem słońca i opadów.

# TRANSPORT

## Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt…….

## Transport i przechowywanie materiałów

Materiały i sprzęt do wykonania próbnego obciążenia mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu, z zabezpieczeniem przed uszkodzeniem.

# .WYKONANIE ROBÓT

## Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt…….

Próbne obciążenie pali oraz analizę i opracowanie wyników wykonuje na zlecenie Wykonawcy jednostka posiadająca odpowiednie doświadczenie przy wykonywaniu podobnych robót.

Próbnemu obciążeniu należy poddać pal w miejscu najniekorzystniejszych warunków gruntowych, ale uwzględniając możliwości techniczne wykonania obciążenia. Wybór obciążanego pala powinien zostać zaakceptowany przez Inżyniera.

## Dokumentacja projektowa

Wykonawca przed rozpoczęciem próbnego obciążenia, dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt próbnego obciążenia pala.

Projekt próbnego obciążenia winien zawierać:

* wyniki badań geotechnicznych podłoża w rejonie palowania,
* wartości maksymalnych obciążeń obliczeniowych pali i/lub nośności obliczeniowej Nt,
* projektowane wartości obciążeń,
* projekt konstrukcji stanowiska do próbnego obciążenia pali i sposób jej zakotwienia,
* opis uchwycenia głowic pali kotwiących,
* określenie pala przeznaczonego do próbnego obciążenia i ewentualnych pali kotwiących,
* sposób przeprowadzenia próbnego obciążenia,
* sposób przygotowania głowicy pali próbnych,
* termin przeprowadzenia próbnych obciążeń
* rysunki konstrukcji stanowiska do badania
* wzór dziennika przemieszczenia pala.

W przypadku, gdy obciążenie próbne poprzedza rozpoczęcie robót palowych, projekt powinien zawierać również wykaz i sytuację pali wstępnych. Gdy próbne obciążenie wykonywane jest   
w trakcie robót palowych pale do próbnych obciążeń powinny być wyznaczone przez Projektanta posadowienia oraz Inspektora.

## Wartości obciążeń próbnych

Próbne obciążenie na wciskanie pala zaleca się projektować na siły równe co najmniej półtora krotnej wartości jego obciążenia obliczeniowego lub nośności obliczeniowej. Przy czym każdorazowo o doborze siły do próbnych obciążeń decyduje projektant próbnego obciążenia po uwzględnieniu warunków geotechnicznych, aktualnych warunków terenu i warunków technicznych wykonania próbnego obciążenia.

## Zasady wykonywania robót

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót po stronie Zamawiającego obejmują:

* roboty przygotowawcze,
* przygotowanie dróg dojazdowych do stanowisk, odwodnienie wykopu, przygotowanie platformy pod żuraw do układania stanowiska
* wykonanie pali wstępnych lub kotwiących,
* przygotowanie głowicy pala do próbnego obciążenia,
* rozkuwanie pali kotwiących wyznaczonych do próbnego obciążenia,

## Zasady określania liczby i wyboru miejsca pali próbnie obciążanych

Jeżeli dokumentacja projektowa lub szczegółowa specyfikacja techniczne nie wskazuje inaczej, pale próbne powinny być umiejscowione, tam gdzie warunki geologiczne są najbardziej niekorzystne, ponadto:

* próbnym obciążeniom należy poddawać co najmniej 2 pale, gdy w skład fundamentu wchodzi do 100 pali, a na każde następne 100 pali należy wykonać jedno badanie,
* przy sprawdzaniu nośności już istniejących pali, gdy powierzchnia palowania jest mniejsza niż 900 m2 bada się 2 reprezentatywne pale, a gdy powierzchnia ta jest większa niż 900 m2 , na każde 500 m2 bada się dodatkowo 1 pal,
* gdy podłoże podzielić można na szereg różnych stref geotechnicznych, próbnemu obciążeniu powinien być poddany w każdej strefie co najmniej 1 pal (tzw. pal reprezentatywny),
* w przypadku występowania w danej budowli elementów o małych dopuszczalnych osiadaniach, np. fundamentu pod precyzyjne urządzenia, należy poddawać dodatkowo próbnemu obciążeniu przynajmniej 1 pal znajdujący się pod danym elementem.

O ilości próbnych obciążeń decyduje projektant próbnych obciążeń po konsultacji z Inżynierem oraz projektantem posadowienia.

## Termin przeprowadzenia próbnych obciążeń

W przypadku, gdy projekt próbnego obciążenia przewiduje sprawdzenie nośności pali w trakcie prowadzenia robót palowych próbne obciążenie pali zaleca się przeprowadzić przed przystąpieniem do wykonywania wszystkich pali, aby w przypadku stwierdzenia zmiany nośności można było wykonać niezbędne zmiany w dokumentacji. Dopuszcza się wykonanie próbnych obciążeń w trakcie robót palowych po akceptacji Inżyniera.

Terminy sprawdzenia nośności

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rodzaj pali | Rodzaj gruntu | | |
| niespoiste | nawodnione piaski drobne, pylaste i gliniaste | spoiste |
| oraz pyły i gliny piaszczyste |
| Wbijane | 7 dni | 20 dni | 30 dni |
| Wykonywane | 30 dni | 30 dni | 30 dni |
| w gruncie |

Próbne obciążenie pali wykonywanych w gruncie przeprowadza się po upływie 30 dni od ich wykonania lub po udokumentowaniu osiągnięcia przez beton wytrzymałości projektowej w palach badanych i kotwiących. Przy czym zaleca się aby próbne obciążenia wykonywać nie wcześniej niż po 21 dniach od daty wykonania pali.

## Wykonanie pali wstępnych

Jeżeli w projekcie próbnego obciążenia pala przewiduje się wykonanie próbnego obciążenia pala przy użyciu pali wstępnych, powinny być one wykonane w taki sam sposób, jak pale fundamentowe, przy użyciu tego samego sprzętu i materiałów. Z każdego pala wstępnego należy pobrać próbki. Próbki betonu powinny spełniać wymagania betonu jak dla betonu pali   
w obiekcie.

## Przygotowanie głowicy pala do wykonania próbnego obciążenia

Głowica pala powinna być wykonana zgodnie z projektem próbnego obciążenia. Powinna być uformowana tak, aby jej górna powierzchnia była płaska, prostopadła do osi pala, dostatecznie duża, aby można było przyłożyć urządzenie obciążające oraz urządzenia pomiarowe. Głowica pala powinna być odpowiednio zazbrojona, tak aby nie nastąpiło jej uszkodzenie pod wpływem przyłożonego obciążenia.

Jeżeli zastosowana metoda wymaga umieszczenia czujników pomiarowych na głowicy pala, powinna być ona skuta do zdrowego betonu, oczyszczona z wody, mleczka cementowego, luźnych fragmentów betonu i powinna być łatwo dostępna dla wszelkich czynności związanych z wykonaniem badania.

Jeżeli zostanie zastosowany element wieńczący testowany pal, powinien być on zlokalizowany centrycznie w stosunku do osi pala; połączenie pala ze zwieńczeniem powinno mieć wytrzymałość odpowiadającą wytrzymałości pala.

## Wykonanie próbnego obciążenia

* + 1. Warunki ogólne wykonania próbnego obciążenia

Roboty związane z przeprowadzeniem próbnego obciążenia należy wykonać zgodnie z Projektem próbnego obciążenia. Obciążenie może być wykonane przy użyciu balastu, pali wyciąganych (kotwiących) lub specjalnie skonstruowanych zakotwień. Obciążenie balastem nie może być stosowane w przypadku pali ukośnych. W przypadku stosowania balastu, Wykonawca powinien wykonać prowizoryczne fundamenty oraz specjalne konstrukcje podpierające w taki sposób, aby nie powstały żadne nierównomierne osiadania, zginanie czy ugięcia, które mogłyby wpłynąć na bezpieczeństwo robót lub na przebieg obciążenia. Materiał balastowy powinien być zabezpieczony przed utratą stateczności spowodowaną ugięciem lub przechyłem konstrukcji podpierających.

Balast powinien być umieszczony na konstrukcji podpierającej w taki sposób, aby oś obciążenia była usytuowana jak najbliżej osi pala.

Odległość między osią pala, a osią prowizorycznego fundamentu konstrukcji podpierającej powinna wynosić co najmniej 4D dla pali o średnicy D ≤ 0,6m i nie mniej niż 2,5m dla pozostałych pali.

W przypadku stosowania do wykonania próbnego obciążenia pali wyciąganych (kotwiących) lub kotew gruntowych, powinny być one tak zaprojektowane, aby przenosiły przyłożone obciążenie bezpiecznie, bez nadmiernych deformacji, które mogłyby wpływać negatywnie na bezpieczeństwo robót.

Oś pala kotwiącego powinna być oddalona od pobocznicy badanego pala na odległość co najmniej równą 1/10 długości pala próbnego i nie mniejszą niż 2,0 m.

Podpory belki, na której opierają się czujniki powinny być posadowione w taki sposób, aby przemieszczenia gruntu nie spowodowały przemieszczenia belek, które mogłyby mieć wpływ na dokładność badania. Odległość podpór belki od osi pala obciążanego powinna być większa niż 4D dla pali o średnicy D ≤ 0,6m i wynosić co najmniej 3,0m dla pozostałych pali.

Urządzenie do sprawdzenia nośności pali powinno być tak usytuowane, żeby badany pal był obciążony osiowo. Po ustawieniu urządzeń obciążających i urządzeń pomiarowych, miejsce próbnego obciążenia nie powinno być narażone na wpływ wstrząsów pochodzących od ruchu pojazdów i maszyn pracujących w pobliżu. Zaleca się zdalne prowadzenie pomiarów przemieszczeń oraz utrzymywanie siły za pomocą komputera przemysłowego w celu uniknięcia przebywania pracowników w pobliżu stanowiska w trakcie badania. Dla badań przeprowadzanych po zmroku należy zapewnić właściwe oświetlenie.

* + 1. Próbne obciążenie pali na wciskanie

Obciążenie pala powinno wzrastać stopniami(1/8÷1/12) Qr / Nt, przy czym stopni tych nie powinno być mniej niż 10. Obciążenia należy kontynuować do uzyskania wartości siły Qmax, podanej w projekcie próbnego obciążenia. Odczyty osiadań notować co 10min. Jeżeli osiadanie przy danym obciążeniu trwa dłużej niż 1h, wówczas odstępy czasu między dalszymi odczytami można przyjmować dłuższe niż 10min. Przed każdym powiększeniem obciążenia należy zaczekać aż do zakończenia osiadania pala od obciążenia poprzedniego. Zakończenie osiadań można przyjąć umownie w chwili gdy pośredni przyrost osiadania w dwóch kolejnych okresach 10 minutowych jest nie większy niż 0,05mm. W czasie prowadzenia obciążeń dopuszczalne są przerwy polegające na zupełnym odciążeniu pala, przy czym przerwa nie powinna trwać dłużej niż 1 dobę. Po przerwie obciążenie pala należy podnieść do tego samego obciążenia, przy którym nastąpiła przerwa. Po osiągnięciu obciążenia równego nośności pala należy odciążyć oraz zanotować jego trwałe osiadanie. Trwałe osiadanie pala należy również zanotować po zakończeniu badania.

* + 1. Próbne obciążenia pali na wyciąganie

Poszczególne przyrosty obciążenia powinny wynosić (1/15÷1/20) Qr / Nw , przy czym stopni obciążeń nie powinno być mniej niż 10. Każdy stopień obciążenia należy utrzymywać przez 10 min dla gruntów niespoistych i 20 min dla gruntów spoistych.

Po osiągnięciu granicznej wartości obciążenia lub Qmax pal należy odciążyć i zanotować jego trwałe podniesienie.

## Dokumentacja badań nośności pali w terenie

Po wykonaniu próbnego obciążenia pala Wykonawca powinien dostarczyć Inżynierowi dokumentację badań nośności pala.

Dokumentacja badań nośności pali winna zawierać:

1. protokół próbnego obciążenia pala z opisem przebiegu próbnego obciążenia zawierający godzinę rozpoczęcia i zakończenia badania wraz z opisem ważniejszych wydarzeń podczas badania,
2. dziennik przemieszczenia (podnoszenia) pala,
3. wykres zależności osiadania pala od wielkości obciążenia,
4. na podstawie wyniku z próbnego obciążenia jego analiza należy do projektanta posadowienia .

## Wykorzystanie pali próbnie obciążanych

Pale próbnie obciążane i kotwiące mogą być wykorzystane do przenoszenia obciążeń   
w następujących wysokościach ich obciążeń obliczeniowych:

1. Pale wciskane
   * 100%, jeżeli przy próbnym obciążeniu pala naprężenia w jego materiale nie przekroczyły 60% naprężeń niszczących, w innym przypadku pale należy uznać za nienośne,
2. Pale wyciągane:
   * 80% - grunty niespoiste,
   * 50% - grunty spoiste,
3. Pale kotwiące

* 100%- przy kontroli przemieszczeń głowicy pala kotwiącego i jej uniesieniu do 5mm,
* 80% - gdy nie prowadzi się kontroli przemieszczeń pala kotwiącego.

## Analiza wyników

Po wykonaniu próbnego obciążenia pali należy przedstawić projektantowi posadowienia w celu analizy wyników. Wyniki przeprowadzonych próbnych obciążeń należy przedstawić Inżynierowi oraz Projektantowi posadowienia w celu zaopiniowania zgodności projektowanych parametrów posadowienia.

# KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

## Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 6Badania przed rozpoczęciem robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien sprawdzić:

* certyfikaty i atesty urządzeń pomiarowych, dopuszczające je do stosowania,
* wykonanie konstrukcji obciążającej i jej zakotwienie zgodnie z projektem próbnego obciążenia,
* wykonanie pali wstępnych (jeżeli zostały zastosowane do wykonania obciążenia)

## Badania w czasie robót

Kontroli podlegają:

* przygotowanie głowicy pala do próbnego obciążenia na zgodność z pkt. 5.8 niniejszej ST,
* sposób przyłożenia obciążenia, w tym jego osiowość względem obciążanego pala,
* zamocowanie urządzeń pomiarowych i wykonanie próbnego obciążenia na zgodność   
  z pkt. 5.9 niniejszej ST,
* Wypełnienie „protokołu próbnego obciążenia pala” wg PN-B-02483.

# OBMIAR ROBÓT

## Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. ……..

## Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1sztuka pala poddanego badaniu.

# ODBIÓR ROBÓT

## Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. …...

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, niniejszą ST   
i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

## Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

* wykonanie pali wstępnych i urządzeń kotwiących,
* wykonanie konstrukcji do próbnego obciążania pala.

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami pkt 8.2 „Wymagania ogólne” oraz niniejszej SST.

# PODSTAWA PŁATNOŚCI

## Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt……

## Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostki obmiarowej obejmuje:

* wykonanie i uzgodnienie projektu próbnego obciążenia,
* prace przygotowawcze,
* zapewnienie niezbędnych czynników produkcji,
* wynajęcie lub zakup urządzenia do przeprowadzenia próbnego obciążenia oraz wynajęcie lub zakup siłowników,
* montaż urządzenia do przeprowadzenia próbnego obciążenia oraz montaż siłowników   
  wraz z przemieszczeniem po placu budowy i demontażem,
* zawiezienie/odwiezienie urządzenia do próbnego obciążenia oraz siłowników,
* wykonanie próbnego obciążenia,
* koszty koordynacji działań,
* koszty obsługi urządzeń pomiarowych i obsługi geodezyjnej,
* analiza i opracowanie wyników wraz z orzeczeniem o nośności,
* uporządkowanie miejsca robót.

## Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą ST obejmuje:

* roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
* prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych.

# PRZEPISY ZWIĄZANE

## Specyfikacje Techniczne (STWiORB)

1. D-M-00.00.00. Wymagania ogólne

## Normy

2. PN-82/S-10052 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie

3. PN-83/B-2482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów na palach

4. PN-EN 1997 Eurokod7 Projektowanie geotechniczne

II. PRÓBNE OBCIĄŻENIA PALI FUNDAMENTOWYCH METODĄ DYNAMICZNĄ

# WSTĘP

## Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania szczegółowe dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z projektowaniem, wykonaniem i raportowaniem próbnych obciążeń pali metodą dynamiczną pod obiekty inżynierskie w ramach Budowy…...

## Zakres stosowania ST

ST stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

## Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą projektowania, wykonania, raportowania i odbioru próbnych obciążeń pali metodą dynamiczną.

## Określenia podstawowe

**Pal** **fundamentowy** – fundament pośredni głęboki, w którym obciążenie od budowli przenosi się na podłoże za pośrednictwem sił oporu gruntu, działających zarówno na podstawę jak i na pobocznicę.

**Pal próbny** – pal poddany próbnemu obciążeniu dynamicznemu.

**Pale konstrukcyjne** – pale robocze przewidziane do konstrukcji fundamentu.

**Głowica pala próbnego wykonana dla celów próbnego obciążenia** – nadbetonowany, zbrojony odcinek górnej części pala próbnego

**Próbne obciążenie pala metodą dynamiczną** – badanie wykonywane w celu sprawdzenia założeń projektowych ze względu na stan graniczny nośności, podczas badania wywierana jest siłą dynamiczna, a pomiarowi podlega przyspieszenie i odkształcenie głowicy pala próbnego.

## Ogólne wymagania dotyczące robót

Ilość badań dynamicznych powinna zostać dobrana przy uwzględnieniu

* ilości pali poszczególnych podpór obiektu,
* warunków geotechnicznych,
* planowanej ilości i rozmieszczenia próbnych obciążeń metodą statyczną.

Próbne obciążenie pala metodą dynamiczną powinno być wykonane zgodnie z projektem próbnego obciążenia i Specyfikacją Techniczną.

## Termin przeprowadzenia próbnych obciążeń

W przypadku, gdy projekt próbnego obciążenia przewiduje sprawdzenie nośności pali w trakcie prowadzenia robót palowych próbne obciążenie pali zaleca się przeprowadzić przed przystąpieniem do wykonywania wszystkich pali, aby w przypadku stwierdzenia zmiany nośności można było wykonać niezbędne zmiany w dokumentacji. Dopuszcza się wykonanie próbnych obciążeń w trakcie robót palowych po akceptacji Inżyniera.

Terminy sprawdzenia nośności

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rodzaj pali | Rodzaj gruntu | | |
| niespoiste | nawodnione piaski drobne, pylaste i gliniaste | spoiste |
| oraz pyły i gliny piaszczyste |
| Wbijane | 7 dni | 20 dni | 30 dni |
| Wykonywane | 30 dni | 30 dni | 30 dni |
| w gruncie |

Próbne obciążenie pali wykonywanych w gruncie przeprowadza się po upływie 30 dni od ich wykonania lub po udokumentowaniu osiągnięcia przez beton wytrzymałości projektowej w palach badanych i kotwiących. Przy akceptacji Projektanta lub Projektu Próbnych Obciążeń dopuszcza się przeprowadzenie badania dynamicznego w terminie wcześniejszym niż przewidują zapisy normowe lub specyfikacja.

# MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”. Materiały należy dobrać zgodnie z projektem próbnego obciążenia.

# SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Wykonawca powinien dysponować sprawnym technicznie sprzętem: urządzeniami pomiarowymi, urządzeniami obciążającymi i urządzeniami dodatkowymi. Rodzaj zastosowanego sprzętu zależy od technologii próbnego obciążenia przyjętej w Projekcie Próbnego Obciążenia i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

# TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Zastosowane materiały i sprzęt mogą być przewożone środkami transportu przydatnymi dla danego asortymentu pod względem możliwości ułożenia i umocowania ładunku oraz bezpieczeństwa transportu.

# WYKONANIE ROBÓT

## Kolejność robót

Kolejność prac na budowie przy wykonywaniu próbnych obciążeń pali:

* opracowanie i przedstawienie do akceptacji Inżyniera Projektu Próbnych Obciążeń;
* przygotowanie głowic pali próbnych – należy do Zamawiającego,
* utwardzenie platformy roboczej - należy do Zamawiającego,
* montaż konstrukcji stanowiska próbnego obciążenia oraz urządzeń pomiarowych,
* przeprowadzenie próbnego obciążenia,
* rozbiórka stanowiska;
* rozkucie głowic pali próbnych -należy do Zamawiającego;
* uporządkowanie terenu próbnego obciążenia;
* opracowanie wyników próbnego obciążenia i przedstawienie do akceptacji Inżyniera.

## Przygotowanie projektu próbnych obciążeń metodą dynamiczną

Projekt próbnego obciążenia podlega akceptacji Inżyniera w zakresie zgodności z Projektem fundamentu palowego i norm przywołanych w projekcie i niniejszych specyfikacjach. Projekt próbnych obciążeń może podlegać opinii Projektanta fundamentu palowego.

Projekt Próbnych Obciążeń powinien być opracowany przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia budowlane.

Projekt Próbnych Obciążeń powinien zawierać:

* plan sytuacyjny z naniesionymi palami przeznaczonymi do badań,
* warunki geologiczne w pobliżu badanych pali,
* sposób przeprowadzenia obciążenia,
* sposób przygotowania pali do obciążeń,
* wartości obciążeń obliczeniowych działających na pale,
* opis konstrukcji stanowiska próbnego obciążenia wraz z niezbędnymi rysunkami.

## Przygotowanie głowicy pala do wykonania próbnego obciążenia

Głowica pala powinna zapewnić osiowe przekazanie obciążenia podczas wykonywania obciążenia dynamicznego. Głowię należy przygotować zgodnie z wytycznymi zawartymi w Projekcie próbnego obciążenia.

## Przygotowanie platformy roboczej

Platforma robocza – teren wokół pala próbnego odpowiednio wyrównany i/lub wzmocniony   
w celu przeniesienia ciężaru stanowiska. Platforma robocza powinna zapewnić stateczność stanowiska próbnego obciążenia.

## Budowa stanowiska próbnego obciążenia

Stanowisko należy wykonać zgodnie z Projektem Próbnego Obciążenia.

Urządzenia do sprawdzania nośności pali powinny być tak ustawione, żeby badany pal był obciążony osiowo.

## Przeprowadzenie próbnych obciążeń dynamicznych

Badanie dynamiczne polega na zarejestrowaniu przyspieszeń i fali naprężeniowej rozchodzącej się w palu po uderzeniu kafarem (bijakiem). Pomiar przyspieszeń i naprężeń nastąpi z użyciem zamontowanych na głowicy pala akcelerometrów i tensometrów. Zarejestrowana fala wraz z charakterystyką podłoża gruntowego i badanego pala umożliwią w rezultacie opisanie modelu analitycznego, a następnie określenie nośności pala.

Dla każdego badanego pala wykonuje się co najmniej kilka uderzeń opuszczając bijak z różnych wysokości w celu przekazania na głowicę pala odpowiedniej energii. Badania dynamiczne należy prowadzi się z użyciem specjalistycznego zestawu czujników i urządzenia rejestrującego.

## Roboty końcowe

Do Zamawiającego po przeprowadzeniu badań i rozbiórce stanowiska należy rozkuć nadbetonowaną głowicę do poziomu projektowanego wraz z odstawieniem gruzu oraz uporządkować teren robót.

## Opracowanie wyników próbnego obciążenia

Interpretację wyników należy wykonać metodą CAPWAP za pomocą specjalistycznego oprogramowania.

Metoda CAPWAP wykorzystuje dopasowanie funkcji fali powrotnej, generowanej przez model obliczeniowy pala pogrążonego w gruncie, do fali powrotnej pomierzonej w trakcie badania dynamicznego. Dopasowanie krzywych odbywa się przez dobór wartości kilkunastu parametrów funkcji. Wynikami metody CAPWAP jest nośność graniczna z rozbiciem na stopę i pobocznicę oraz symulowana krzywa zależności osiadania pala od jego obciążenia.

Na podstawie nośności granicznej wyznaczonej metodą CAPWAP oraz przyjętych współczynników bezpieczeństwa należy określić dopuszczalne obciążenie badanego pala.

Raport z Próbnych Obciążeń powinien zawierać:

* sposób przeprowadzenia obciążenia,
* wartości obciążeń obliczeniowych działających na pale,
* wyniki analizy metodą CAPWAP (w formie tabelarycznej i graficznej),
* określenie dopuszczalnego obciążenia badanego pala i porównanie do projektowanego obciążenia obliczeniowego.

# KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## Kontrola jakości robót

Kontrola jakości robót polega na ocenie zgodności z Projektem Próbnego Obciążenia pod względem:

– jakości użytych materiałów,

– jakości użytego sprzętu pomiarowego i konstrukcji stanowiska,

– prawidłowości przeprowadzenia próbnego obciążenia,

– prawidłowości przeprowadzenia pomiarów i interpretacji wyników.

# OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Jednostką obmiaru jest 1 kpl. wykonanego próbnego obciążenia dynamicznego pala wraz z wszystkimi robotami towarzyszącymi.

# ODBIÓR ROBÓT

## Zasady ogólne

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty objęte niniejszą ST polegają odbiorom niezależnie od tego czy wyniki badań są pozytywne, czy negatywne (czy pale próbne spełniają warunek stanu granicznego użytkowania lub/i nośności).

## Odbiór końcowy

Przy odbiorze końcowym wykonawca obowiązany jest przedłożyć dokumentację powykonawczą badań nośności pali w terenie (wyniki próbnego obciążenia). Ocenę próbnych obciążeń w odniesieniu do dokumentacji projektowej i specyfikacji przeprowadza Inżynier przy ewentualnej konsultacji z Projektantem Fundamentu Palowego.

# PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólną ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania ogólne".

Podstawą płatności są: protokół odbioru robót oraz obmiar wykonanych robót zgodnie z pkt 7 niniejszej ST, wraz z cenami jednostkowymi.

## Cena jednostkowa 1 kpl wykonanego próbnego obciążenia dynamicznego

Cena jednostkowa 1 kpl wykonanego próbnego obciążenia dynamicznego pala wraz z wszystkimi robotami towarzyszącymi badaniu obejmuje:

* opracowanie Projektu Próbnego Obciążenia pali wraz z niezbędnymi uzgodnieniami;
* zapewnienie środków transportowych niezbędnych do budowy stanowisk,
* zapewnienie urządzeń pomiarowych, obciążających i dodatkowych niezbędnych do przeprowadzenia próbnego obciążenia;
* mobilizację personelu;
* montaż i demontaż oraz przemieszczenie sprzętu (budowę i rozbiórkę stanowisk do próbnego obciążenia pali);
* zapewnienie ewentualnych rusztowań i platform roboczych dla personelu;
* przeprowadzenie próbnych obciążeń;
* opracowanie i dostarczenie Dokumentacji Powykonawczej;

# PRZEPISY ZWIĄZANE

* PN-EN 1997-1:2008 „Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne”.
* PN-83/B-02482 „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych”.
* ASTM D 4945 “Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles”