

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

**M.11.02.06
45221000-2**

**PRÓBNE OBCIĄŻENIE PALI WBIJANYCH
CPV: Roboty budowlane w zakresie budowy mostów
i tuneli, szybów i kolei podziemnej**

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru próbnego obciążenia pali fundamentowych wbijanych w związku z rozbudową drogi wojewódzkiej nr 188 Człuchów - Piła w miejscowości Żeleznica od km 58+070 do km 60+686 i dotyczą:

- mostu zlokalizowanego w km 58+275,00

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem próbnego obciążenia pali fundamentowych wbijanych dla mostów i obejmują:

- wykonanie próbnego obciążenia pali fundamentowych wbijanych żelbetowych o przekroju 40×40 cm,

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. Dopuszczalna nośność pala - nośność uwzględniająca nośność pala, materiał z którego jest wykonany pal, wymagany współczynnik obciążenia, osiadanie, rozstaw pali, tarcie negatywne (ujemne), ogólną nośność gruntu pod palami i inne stosowne czynniki.
- 1.4.2. Kierownik Badań - osoba posiadająca niezbędną wiedzę i doświadczenie w zakresie wykonywania badań pali, sprawująca nadzór nad prowadzonymi badaniami i odpowiedzialna za sporządzenie raportu z badań.
- 1.4.3. Obciążenie balastowe - obciążenie statyczne stosowane przy próbnym obciążeniu.
- 1.4.4. Obciążenie sprawdzające - obciążenie, któremu poddany jest wybrany pal roboczy w celu potwierdzenia, iż jest on odpowiedni dla tego obciążenia przy określonej wartości osiadania.
- 1.4.5. Osiadanie pala - osiowe przemieszczenie pala. Wartość przemieszczenia pala określona dla danego próbnego obciążenia odnosi się do wartości otrzymanej pod koniec cyklu obciążenia. W przypadku, gdy pale przewiduje się obciążać w kilku cyklach, osiadanie stanowi łączne przemieszczenie pionowe.
- 1.4.6. Pal próbny - każdy pal poddany próbnemu obciążeniu lub przewidziany do takiego obciążenia.
- 1.4.7. Prędkość propagacji fali - prędkość z jaką w danym materiale rozchodzi się fala przemieszczeń. Jest to właściwość materiału pala.
- 1.4.8. Opór mechaniczny pala - opór pala poddanego próbnemu obciążeniu dynamicznemu na nagłą zmianę przyspieszenia powstałą w wyniku uderzenia.

- 1.4.9. Próbné obciążenie statyczne - próbné obciążenie, wykonywane w sposób statyczny poprzez obciążenie pala tzw. balastem (materiałem o odpowiedniej masie) lub wywierając nacisk na pal przy pomocy lewara (podnośnika) hydraulicznego lub ich zestawu.
- 1.4.10. Próbné obciążenie stopniowane (statyczne) - próbné obciążenie, w którym każdy stopień obciążenia jest utrzymywany przez określony czas lub do chwili gdy prędkość przemieszczeń (osiadania lub unoszenia) spadnie do określonej wartości.
- 1.4.11. Próbné obciążenie dynamiczne pali przy dużych odkształceniach - metoda określania nośności granicznej pojedynczego pala pionowego lub pochylonego bazująca na analizie siły i przyspieszenia pala pod wpływem nagle przyłożonej siły (uderzenie młota) powodującej duże odkształcenie głowicy pala. W dalszej treści STWiORB pod pojęciem „próbné obciążenia dynamiczne” należy rozumieć próbné obciążenia dynamiczne przy dużych odkształceniach
- 1.4.12. Udźwig (nośność graniczna) - maksymalna nośność pala przy pełnym wykorzystaniu wytrzymałości gruntu
- 1.4.13. Układ reakcji - układ obciążenia balastowego, pali, kotew lub ław (stóp) fundamentowych stanowiący przeciww reakcję do sił próbnego obciążenia.
- 1.4.14. Pozostałe określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z odpowiednimi Polskimi Normami, STWiORB M.11.02.01. i STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.3. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

2. Wyroby budowlane i materiały

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu robót według zasad niniejszych STWiORB są:

2.1. Stal profilowa - na konstrukcję urządzenia do próbnego obciążenia zgodnie z normami PN-M-93000 i PN-H-92120

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M.00.00.00.

3.2. Wykonanie próbnego obciążenia statycznego

Podstawowym sprzętem do wykonania robót jest:

- lewar (podnośnik) hydrauliczny lub ich zestaw o nośności określonej w Projekcie próbnego obciążenia z urządzeniami do pomiaru wielkości sił – do wywarcia nacisku na pal;

- zestaw czujników mechanicznych lub czujników elektrycznych.
- niwelatory precyzyjne do wykonania pomiarów niwelacyjnych;

3.3. Wykonanie próbnego obciążenia dynamicznego

Podstawowym sprzętem do wykonania robót jest:

- katar z młotem hydraulicznym o masie od 3 do 9 Mg lub specjalny młot wolno spadowy do badań dynamicznych zdolny do wywołania mierzalnego przemieszczenia głowicy pala - zaleca się, aby badania były przeprowadzane przy użyciu kataru z młotem, którym zainstalowano badane pale lub przewidzianego do wykonania palowania zasadniczego.
- tensometry elektrooporowe o liniowej charakterystyce i dokładności pomiarowej do 3% w zakresie mierzonych odkształceń – 2 szt.;
- czujniki przyspieszeń o liniowej charakterystyce w zakresie mierzonych przyspieszeń (do 1000 g i 2500 Hz dla pali żelbetowych prefabrykowanych) – 2 szt.;
- rejestrator sygnału z okablowaniem lub systemem transmisji danych;
- komputer z oprogramowaniem do analizy sygnału.

Sprzęt pomiarowy powinien wchodzić w skład systemu pomiarowego dostarczonego przez uznanego producenta lub - w przypadku systemu budowanego indywidualnie - posiadać odpowiedni certyfikat jednostki naukowo-badawczej stwierdzający jego przydatność do wykorzystania w dynamicznych badaniach nośności pali przy dużych odkształceniach.

Wykonawca zobowiązany jest do używania sprawnego sprzętu, który zapewni właściwą jakość prowadzonych robót, zgodność z normami BHP, ochrony środowiska oraz przepisami dotyczącymi użytkowania sprzętu. Wykonawca powinien przedstawić Nadzorowi charakterystykę sprzętu będącego w jego posiadaniu, przeznaczonego do wykonania badań nośności pali metodą dynamiczną.

4. Transport

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

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne warunki wykonania robót.

Ogólne warunki wykonania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

Roboty należy wykonywać zgodnie z zasadami określonymi w PN-83/B-02482.

5.2. Wykonanie próbnego obciążenia pali – metodą statyczną.

Inżynier wskaże pale przeznaczone do próbnego obciążenia.

Próbné obciążenie pali oraz analizę i opracowanie wyników wykonuje na zlecenie Zamawiającego jednostka posiadająca odpowiedni sprzęt oraz dysponująca doświadczeniem (przygotowaniem merytorycznym) w prowadzeniu badań pali. Wykonawca badań podczas próbnego obciążenia nie może być zależny od Wykonawcy obiektu mostowego. Wybór jednostki wymaga akceptacji Inżyniera.

Ogólne warunki wykonania robót podano w STWiORB D-M-00.00.00 "Wymagania

Ogólne" pkt. 5. Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Próbnego Obciążenia przygotowaną przez Wykonawcę, STWiORB, normami. Próbné obciążenie pali oraz analizę i opracowanie wyników nadzoruje osoba posiadająca właściwą wiedzę i posiadająca stosowne uprawnienia budowlane – kierownik badań. Pomiary terenowe wykonuje pracownik techniczny (laborant) wskazany przez kierownika badań.

5.2.1. Projekt próbnego obciążenia pala

Projekt próbnego obciążenia winien zawierać:

- wyniki badań geotechnicznych podłoża w rejonie palowania,
- wartości maksymalnych obciążeń obliczeniowych pali,
- projektowane wartości obciążeń próbnych,
- przemieszczenia dopuszczalne fundamentu na palach (ze względu na rodzaj konstrukcji i warunki jej eksploatacji),
- konstrukcję urządzenia do przeprowadzenia próbnego obciążenia pali,
- rysunek przygotowania głowicy pala do próbnego obciążenia
- opis uchwycenia głowic pali w fundamencie lub w konstrukcji budowli oraz w przypadku obciążeń poziomych, rzędne punktów zaczepienia siły przekazywanej z budowli,
- określenie pali przeznaczonych do próbnego obciążenia i pali kotwiących,
- obliczone wielkości osiadań od założonej siły,
- sposób przeprowadzenia próbnego obciążenia.

Ze względu na możliwość wystąpienia konieczności wykonania specjalnych pali kotwiących Projekt próbnego obciążenia pali powinien być wykonany przed przystąpieniem do robót palowych i winien przewidywać ewentualne wydłużenie pali kotwiących (wyciąganych). Projekt próbnego obciążenia pali winien być opracowany przez Wykonawcę obiektu mostowego i przedstawiony do akceptacji Inżynierowi.

Technologia badań przyjęta w projekcie próbnego obciążenia pali nie może zagrażać budynkom oraz sąsiadującej infrastrukturze.

5.2.2. Wartości obciążeń próbnych.

Próbné obciążenia wciskające i wyciskające należy projektować na siły równe od 1,0 do 1,5 wartości nośności pala. Próbné obciążenia boczne należy projektować na siły co najmniej półtorakrotnie wyższe od obciążenia charakterystycznego pola.

5.2.3. Zasady określenia liczby i wyboru miejsca pali próbnie obciążonych.

Liczba pali próbnie obciążonych powinna być określona w Projekcie próbnego obciążenia pali zgodnie z PN-B-02482. Próbnemu obciążeniu należy poddać:

- co najmniej 2 pale, gdy w skład fundamentu wchodzi do 100 pali,
- co najmniej 1 pal w przypadku jednorodnych warunków gruntowych oraz wykonania do 30 pali,
- co najmniej 1 pal na każde rozpoczęte dalsze 100 pali,
- dla różnych warunków gruntowych (różnych stref co najmniej 1 pal dla każdej strefy)

We wszystkich przypadkach próbnemu obciążeniu należy poddawać pale w miejscach o najniekorzystniejszych warunkach gruntowych.

5.2.4. Terminy przeprowadzenia próbnych obciążeń pali.

W przypadku, gdy Projekt próbnego obciążenia przewiduje sprawdzanie nośności pali w trakcie prowadzenia robót palowych próbne obciążenie pali należy przeprowadzić przed przystąpieniem do wykonywania pozostałych pali. Należy zapewnić wówczas taką kolejność wykonywania pali, aby w przypadku stwierdzenia zmiany nośności można było wykonać niezbędne zmiany w Dokumentacji Projektowej (dotyczące pali).

Próbne obciążenie pali wbijanych należy przeprowadzić po instalacji pali w gruncie:

- 7 dni – grunty niespoiste,
- 20 dni – nawodnione piaski drobne, pylaste i gliniaste oraz pyły i gliny piaszczyste,
- 30 dni – grunty spoiste.

W porozumieniu z projektantem fundamentu palowego termin wykonania próbnego obciążenia można przyspieszyć jeżeli na podstawie metryki pala można wykazać, że pal osiągnął wymaganą projektem próbnego obciążenia nośność. Zgodę na skrócenie terminu oczekiwania na wykonanie testu wyda Inżynier.

5.2.5. Prace przygotowawcze i wymagania wstępne.

Roboty związane z przeprowadzeniem próbnego obciążenia należy wykonywać zgodnie z Projektem próbnego obciążenia.

Urządzenie do sprawdzenia nośności pali powinno być ustawione, 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, aby obciążenie pala próbnego było wykonane za pomocą siłowników hydraulicznych. Należy przy tym zapewnić trwałość każdorazowego stopnia obciążenia. Przy stosowaniu kilku siłowników powinny być one podłączone do jednej pompy.

Pale kotwiące powinny być oddalone od pobocznicy badanego pala na odległość co najmniej równą 1/10 długości pala kotwiącego i nie mniejszą niż 2,0 m.

Odległość podpór belki, na której opiera się czujnik od osi pala obciążonego powinna wynosić co najmniej 3,0 m.

5.2.6. Dokumentacja badań nośności pali w terenie.

Dokumentacja badań nośności pali winna zawierać:

- a) plan sytuacyjny z naniesioną siatką palowania i z zaznaczeniem pali próbnie obciążonych oraz naniesioną siatką badawczych otworów wiertniczych i sondowań,
- b) przekroje geotechniczne z naniesionym położeniem badanych pali i rzędnymi ich głowic i podstaw,
- c) opis techniczny budowli i poszczególnych badanych pali,
- d) dziennik wykonywania pali w gruncie z metrykami pali, dla każdego badanego pala,
- e) zestawienie wyników pomiarów wstępnych, obejmujących rzędne głowicy pala przed przystąpieniem do obciążeń próbnych, rzędne zaczepienia siły poziomej i wskazanie czujników (początkowe),
- f) protokół próbnego obciążenia pali z opisem przebiegu próbnego obciążenia zawierający godzinę rozpoczęcia i zakończenia badania wraz z opisem ważniejszych wydarzeń podczas badania,

- g) dziennik osiadania pala lub dziennik próbnego obciążenia bocznego,
- h) wykres zależności osiadania (podnoszenia, przesunięcia) pala od wielkości obciążenia.

5.2.7. Próbné obciążenie pali wciskanych

Obciążenie pala powinno wzrastać stopniami ($1/8 \div 1/12$) N_t , przy czym stopni tych nie powinno być mniej niż 10. Obciążenia należy kontynuować do uzyskania granicznej nośności pala lub wartości siły Q_{max} podanej w Projekcie próbnego obciążenia.

Odczyty osiadań notować co 10 min. Jeżeli osiadanie przy danym obciążeniu trwa dłużej niż 1 h, wówczas odstępy czasu między dalszymi odczytami można przyjmować dłuższe niż 10 min. Przed każdym powiększeniem obciążenia należy poczekać aż do zakończenia osiadania pala od obciążenia poprzedniego. Zakończenie osiadań można przyjąć umownie w chwili gdy średni przyrost osiadania w dwóch kolejnych okresach 10 minutowych jest nie większy niż 0,05 mm. W czasie prowadzenia obciążeń dopuszczalne są przerwy polegające na pełnym odciążeniu pala, przy czym przerwa nie powinna trwać dłużej niż 1 dobę. Po przerwie obciążenie pala można podnieść do tego obciążenia, przy którym nastąpiła przerwa.

Po osiągnięciu obciążenia równego Q_r pal należy odciążyć oraz zanotować jego trwałe osiadanie. Trwałe osiadanie pala należy również zanotować po zakończeniu badania.

5.2.8. Próbné wyciąganie pali

Poszczególne przyrosty obciążenia powinny wynosić ($1/15 \div 1/20$) N_w , 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 Q_{wmax} - pal należy odciążyć i zanotować jego trwałe podniesienie.

5.2.9. Analiza wyników

Po wykonaniu próbnego obciążenia pali należy dokonać analizy wyników i ocenić przydatność i jakość wykonywanych pali.

5.3. Wykonanie próbnego obciążenia pali – metodą dynamiczną.

Inżynier wskaże pale przeznaczone do próbnego obciążenia.

O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej próbne obciążenia dynamiczne pali należy przeprowadzić przed palowaniem zasadniczym.

Podczas wykonywania próbnego obciążenia pali metodą dynamiczną należy odpowiednio zabezpieczyć sąsiadującą z terenem badań zabudowę i infrastrukturę. Badania przeprowadzone podczas obciążenia nie mogą zagrażać sąsiednim zabudowaniom.

5.3.1. Projekt próbnego obciążenia dynamicznego pali

Projekt próbnego obciążenia dynamicznego pali powinien jednoznacznie określać:

- opis miejsca badań i obiektu;
- rodzaj próbnych obciążeń;
- wymaganą liczbę próbnych obciążeń uwzględniającą wymagania Polskiej Normy oraz zmienność warunków gruntowych;
- konieczność/brak konieczności kalibracji wyników próbnego obciążenia dynamicznego obciążeniem statycznym;
- opis warunków gruntowych w odniesieniu dokumentacji geotechnicznej;

- lokalizację badanych pali;
- rodzaj badanych pali, ich przekrój i długość,
- opis obciążenia, aparatury pomiarowej i sprzętu wykorzystanego do przeprowadzenia badań;
- cechy materiałowe i wytrzymałościowe badanych pali (m.in. klasę betonu i ilość zbrojenia),
- tolerancje położenia oraz rzędne stóp i głowic badanych pali,
- projektowaną nośność badanego pala wg projektu wykonawczego palowania oraz maksymalne obciążenia;
- warunki przeprowadzenia próbnego obciążenia dynamicznego;
- sposób przeprowadzenia próbnego obciążenia dynamicznego;
- sposób interpretacji wyników próbnego obciążenia dynamicznego.

W przypadku, gdy projekt palowania nie zawiera projektu próbnego obciążenia dynamicznego pali, Wykonawca jest zobowiązany do jego opracowania na podstawie projektu palowania zgodnie z wymaganiami Polskiej Normy.

O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej, zgodnie z p. 7.5.3 normy [1] próbne obciążenia dynamiczne pali mogą być wykorzystywane do określania nośności pali na wciskanie, gdy:

- przeprowadzono właściwe rozpoznanie warunków gruntowych posadowienia;
- zostały skalibrowane na podstawie wyników testu statycznego przeprowadzonego na palu tego samego typu, podobnej długości i przekroju poprzecznym w porównywalnych warunkach gruntowych (zgodnie z procedurą opisaną w p. 7.6.2.4÷6 normy [1]).

Kalibracja może być przeprowadzona testem statycznym (zgodnie z punktem 5.2. niniejszej STWiORB na palu zainstalowanym w tym samym fundamencie.

5.3.2. Wbicie pali do badań dynamicznych nośności

Pale przeznaczone do badań dynamicznych nośności należy zainstalować zgodnie z projektem próbnych obciążeń oraz Specyfikacją Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych dotyczącą wbijania żelbetowych pali prefabrykowanych. O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej pale do próbnych obciążeń należy zainstalować w pierwszej kolejności odnotowując w metryce pala wpędy na całej długości pograżania. Palowanie zasadnicze można wykonać dopiero po przeprowadzeniu badań oraz opracowaniu raportu z próbnych obciążeń. Inżynier może zmienić tę kolejność na podstawie informacji o wpędach zainstalowanych pali przeznaczonych do badań.

5.3.3. Roboty ziemne

O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej, pale przeznaczone do badań dynamicznych należy odkopać na długości min. 0,8 m. Zakres rozkopu powinien uwzględniać jednocześnie możliwość podjechania kafarem do badanego pala oraz bezpieczeństwo prowadzenia instalacji czujników w wykonanym wykopie. O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej zezwala się na wbicie na potrzeby badań pala dłuższego niż projektowany, o ile umożliwi to zwiększenie bezpieczeństwa realizacji badań. W takim przypadku, w trakcie wbijania należy zachować projektowany poziom spodu pala, a fakt przedłużenia pala odnotować w metryce pala i raporcie z badań.

5.3.4. Montaż czujników pomiarowych i okablowania

Po wykonaniu i zabezpieczeniu ewentualnego wykopu wokół pala należy zamontować czujniki pomiarowe. O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej, w odległości 0,8m poniżej góry pala lub w odległości odpowiadającej dwukrotnemu wymiarowi boku pala należy na jego głowicy zamontować po jej przeciwległych stronach czujniki odkształceń (tensometry) i czujniki przyspieszeń. Po zamontowaniu czujników należy je podłączyć kablami z rejestratorem lub nadajnikiem sygnału. Po sprawdzeniu kompletności i funkcjonowania całego układu pomiarowego można przystąpić do badań.

5.4. Wykonanie badań nośności pali metodą dynamiczną przy dużych odkształceniach

Pomiar w terenie obejmuje rejestrację sygnału z czujników w trakcie dynamicznego pogrążania pala młotem. W tym celu należy podjechać kafarem nad badany pal i wykonać serię wcześniej zaplanowanych uderzeń młotem w głowicę pala. Parametry serii uderzeń ustala Kierownik Badań na podstawie metryki pala. Po sprawdzeniu jakości zarejestrowanego sygnału badania w terenie można zakończyć.

5.5. Analiza wyników badań dynamicznych nośności pali

Analiza nośności pala prowadzona jest na podstawie sygnału z pojedynczego uderzenia młota. Wykorzystywane metody analizy wyników badań nośności pali metodą dynamiczną powinny opierać się na analizie równania różniczkowego opisującego przemieszczenie pala:

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + \frac{k(x)}{AE} u(x,t) + \frac{s(x)}{AE} \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = 0$$

w którym:

c – prędkość propagacji fali naprężeń, $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$;

Z – oporność mechaniczna, $Z = \frac{E \cdot A}{c} = A \sqrt{E \cdot \rho}$;

E – moduł sprężystości materiału pala $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$, $\sigma = \frac{F}{A}$, $\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x}$;

F – siła osiowa działająca na pal;

ρ – gęstość materiału pala;

u – przemieszczenie;

x – współrzędna w liniowym układzie odniesienia;

t – czas;

A – powierzchnia przekroju pala;

k – współczynniki sprężystości;

s – współczynniki tłumienia.

Zaleca się do analizy wyników badań wykorzystanie się specjalistycznego oprogramowania. O ile w projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej wymaga się aby:

- analiza wyników badań dynamicznych wszystkich przewidzianych w projekcie próbnego obciążenia pali została przeprowadzona co najmniej metodą bezpośrednią (np. metodą CASE),

- podstawową, bezpośrednią metodę analizy nośności (np. metodę CASE), należy skalibrować na podstawie wyników próbnego obciążenia statycznego wykonanego w tych samych warunkach gruntowych oraz analizą nośności co najmniej jednego badanego pala wykonaną metodą pośrednią (np. metodą CAPWAP).

5.6. Raport z próbnego obciążenia dynamicznego pali

Zgodnie z normą [1] raport z przeprowadzonych badań dynamicznych nośności pali powinien zawierać:

- opis miejsca badań;
- opis warunków gruntowych w odniesieniu dokumentacji geotechnicznej;
- charakterystyką badanego pala (typ/wymiary);
- opis procesu instalacji pala wraz z opisem problemów, które wystąpiły w trakcie realizacji robót palowych;
- opis sposobu wywołania obciążenia, aparatury pomiarowej i sprzętu wykorzystanego do przeprowadzenia badań;
- dziennik wbijania pala;
- dokumentację fotograficzną pala i badań;
- liczbowe wyniki badań;
- wykres charakteryzujący zachowanie się pala w zależności obciążenie-przemieszczenie.

W przypadku nie spełnienia jakiegoś z powyższych wymagań w raporcie podaje się przyczyny takiego stanu rzeczy.

5.7. Wykorzystanie pali próbnie obciążonych

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

- a) pale wciskane:
 - 100 %, jeżeli przy próbnym obciążeniu pala naprężenia w jego materiale nie przekroczyły 60 % naprężeń niszczących,
 - jako nienośne należy uznać pale gdy w/w naprężenia przekraczają 60 % naprężeń niszczących
- b) pale wciągane:
 - 80 % - grunty niespoiste
 - 50 % - grunty spoiste
 - 100% - jeżeli po teście pal został pograżony na rzędną sprzed testu
- c) pale obciążone siłą boczną
 - 90 % - grunty niespoiste
 - 80 % grunty spoiste
 - 70 % - do przenoszenia obciążeń pionowych obliczeniowych sprawdzonych zgodnie z rozdziałem 2 PN-B-02482
- d) pale kotwiące
 - 100 % - przy kontroli przemieszczeń głowicy pala kotwiącego i jej uniesieniu do 5 mm
 - 80 % - gdy nie prowadzi się kontroli przemieszczeń pala kotwiącego

- 100% - po dobiciu pali, których uniesienie przekroczyło 5 mm lub dla których nie prowadzono kontroli przemieszczeń pali kotwiących.

6. Kontrola jakości robót

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

6.1. Kontrola jakości robót:

Kontrola jakości robót polega na zgodności z Projektem próbnego obciążenia pod względem:

- jakości użytych materiałów,
- jakości użytego sprzętu do wywołania sił,
- jakości sprzętu pomiarowego,
- prawidłowości przeprowadzenia próbnego obciążenia,
- prawidłowości przeprowadzenia pomiarów

Jakość robót palowych ocenia się zgodnie ze Specyfikacją Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych dotyczącą wbijania żelbetowych pali prefabrykowanych.

W trakcie robót należy sprawdzić:

- stan głowicy pala przeznaczonego do badań po jego zainstalowaniu i przed zamontowaniem czujników;
- bezpieczeństwo wykopu wykonanego wokół pala przed instalacją czujników;
- liczbę i rodzaj czujników pomiarowych, rodzaj rejestratora i oprogramowania do analizy wyników próbnych obciążeń (kalibracja czujników pomiarowych wykonywana przez producenta),
- prawidłowość zainstalowania czujników pomiarowych, okablowania i podłączenia do rejestratora;
- jakość zarejestrowanego sygnału.

Jakość oraz kompletność wykonanych robót sprawdza się na podstawie sporządzonego przez Wykonawcę raportu w zakresie jego zgodności z wymaganiami projektu próbnego obciążenia dynamicznego.

7. Obmiar robót

Obmiar robót nastąpi na podstawie dziennika pomiarów i szkiców przekazanych Niezależnemu Inżynierowi i obejmuje wykonanie próbnego obciążenia pala wraz z opracowaniem niezbędných wyników i liczony jest w **sztukach** obciążanych pali.

8. Odbiór robót

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

9. Podstawa płatności

Wymagania dotyczące płatności podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”

Cena wykonanych robót obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe
- dostawa urządzeń, sprzętu i aparatury wymaganej przez STWiORB
- montaż i demontaż urządzenia do próbnego obciążenia
- montaż i demontaż sprzętu i aparatury pomiarowej
- opracowanie projektu próbnego obciążenia
- wbicie ewentualnych pali pomocniczych do obciążeń próbnych
- przeprowadzenie badań obciążenia pali
- sporządzenie dokumentacji z badań nośności a w tym raportu
- analiza wyników i ocena jakości przydatności pali
- naprawę ewentualnych uszkodzeń (np. zarysowań) sąsiednich budynków oraz infrastruktury na skutek nadmiernych drgań podczas zabijania pali,
- uprzątnięcie terenu robót.

10. Przepisy związane i standardy

- [1]. PN-EN 1997-1. Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [2]. PN-EN 12699. Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
- [3]. Designers' Guide to EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical design – General rules. Editor: Haig Gulvanessian. Tomas Telford 2004.
- [4]. ASTM Designation D 4945. Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles.
- [5]. Katalog fundamentów palowych pod obiekty budowlane i inżynierskie firmy „AARSLEFF” Sp. z o.o., Rzeszów, grudzień 2004.
- [6]. AT/2005-04-18-15. Prefabrykowane pale żelbetowe AARSLEFF. IBDiM Warszawa. Termin ważności AT: 2010-01-11.

PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.

PN-H-93000 Stal węglowa niskostopowa. Walcówka i pręty walcowane na gorąco.

PN-H-92120 Stal walcowa. Blachy gruba i uniwersalna.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.)