

# **A ST 01.16 - PREFABRYKOWANE PALE ŻELBETOWE (CPV 45262211-3)**

## **1. Wstęp.**

### **1.1. Przedmiot ST.**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania szczegółowe dotyczące wykonania i odbioru Robót oraz badań kontrolnych związanych z wykonaniem fundamentu z prefabrykowanych wbijanych pali żelbetowych.

### **1.2. Zakres stosowania ST.**

Niniejszą Specyfikację Techniczną jako część dokumentów przetargowych, należy odczytywać i rozumieć w odniesieniu do wykonania Robót opisanych w punkcie 1.1, które zostaną zrealizowane w ramach zadania – „**Modernizacja Bazy Oznakowania Nawigacyjnego Urzędu Morskiego w Szczecinie**”.

### **1.3. Zakres robót objętych ST.**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i kontrolą wykonania fundamentów z wykorzystaniem żelbetowych, prefabrykowanych pali wbijanych, jako fundamenty konstrukcji budowlanych.

Specyfikacja swoim zakresem obejmuje wykonanie:

- a) projektu wykonawczego palowania lub/i projektu próbnego obciążenia pali;
- b) niezbędnych zabezpieczeń instalacji na powierzchni ziemi i urządzeń podziemnych zgodnie z dokumentacją projektową wraz z ich rozbiórką;
- c) prac przygotowawczych i pomiarowych:
  - wykonanie pali prefabrykowanych żelbetowych w wytwórni,
  - transport prefabrykatów pali w miejsce wbudowania;
  - wytyczenie osi pali;
- d) wbudowanie prefabrykowanych żelbetowych pali testowych wraz z ewentualnymi palami kotwiącymi dla przeprowadzenia próbnych obciążeń statycznych lub/i dynamicznych;
- e) przeprowadzenie próbnego obciążenia statycznego lub/i dynamicznego pali wraz z analizą wyników;
- f) ewentualna korekta projektu palowania;
- g) wbudowanie docelowych żelbetowych pali prefabrykowanych;
- h) roboty wykończeniowe: rozkucie głowic pali, wycięcie spirali zbrojeniowej i uporządkowanie terenu robót, utylizacja materiałów pochodzących z rozkucia głowic.

### **1.4. Określenia podstawowe.**

#### **1.4.1. Pal przemieszczeniowy.**

Pal, który jest zagłębiany w grunt bez wiercenia lub usuwania urobku, z wyjątkiem zabiegów ograniczających wysadzinę, drgania, usuwanie przeszkód lub ułatwianie zagłębiania.

#### **1.4.2. Pal prefabrykowany.**

Pal lub element pala, który jest wykonywany przed zagłębieniem jako jeden odcinek lub z kilku odcinków.

#### **1.4.3. Pal złożony.**

Pal wykonywany z połączonych dwóch lub większej liczby różnych rodzajów lub wymiarów pali - połączenie części składowych jest projektowane na przeniesienie obciążenia oraz zapobieganie rozdzieleniu się pala podczas i po wykonaniu (= pal zespolony).

#### **1.4.4. Złącze pala.**

Element do łączenia odcinków pala przez spawanie albo przez połączenia mechaniczne.

#### **1.4.5. Młot udarowy.**

Narzędzie budowlane do udarowego wbijania pali (masa uderzająca lub spadająca).

#### **1.4.6. Kołpak.**

Urządzenie, zwykle stalowe, umieszczone pomiędzy podstawą młota udarowego, a palem w celu równomiernego rozłożenia uderzenia młota w głowicę pala.

#### **1.4.7. Podkładka młota.**

Urządzenie lub materiał, umieszczany pomiędzy młotem udarowym, a kołpakiem w celu ochrony młota i głowicy pala przed niszczącymi bezpośrednimi uderzeniami - materiał podkładki młota powinien być dostatecznie sztywny, aby przekazać bez strat energię uderzeń młota w pal.

#### **1.4.8. Podkładka pala.**

Materiał, zwykle miękkie drewno, umieszczany pomiędzy kołpakiem a głowicą prefabrykowanego pala żelbetowego.

#### **1.4.9. Przedłużka.**

Tymczasowe przedłużenie pala, używane podczas wbijania, które pozwala zagłębić wierzch pala poniżej powierzchni gruntu, lustra wody albo poniżej najniższego punktu, do którego urządzenie wbijające może sięgnąć bez rozłączania prowadnicy.

#### **1.4.10. Zagłębienie.**

Metody wprowadzania pali w grunt na wymaganą głębokość, takie jak wbijanie młotem, wibrowanie, wciskanie, wkręcanie albo kombinacje tych lub innych metod.

#### **1.4.11. Pal wbijany.**

Pal który jest zagłębiany w grunt przez wbijanie, przy czym grunt jest przemieszczany przez pal.

#### **1.4.12. Wspomaganie zagłębiania.**

Metoda używana do ułatwienia zagłębiania pala w grunt, np. podplukiwanie, wstępne przewiercanie, użycie materiałów wybuchowych, wstępne wbijanie.

#### **1.4.13. Podpłukiwanie.**

Użycie strumienia wody do ułatwiania zagłębiania pala poprzez wypłukanie części gruntu.

#### **1.4.14. Wstępne przewiercanie (świdrem, płuczkowe).**

Wiercenie przez przeszkody lub materiały zbyt zwarte, by mogły być przebite za pomocą projektowanego pala i urządzenia do zagłębiania.

#### **1.4.15. Dobicie.**

Pojedyncze uderzenia młota w pal prefabrykowany, podczas którego są mierzone energia uderzenia oraz odkształcenia jednostkowe/przyśpieszenia i/lub wpęd pala, w celu umożliwienia oceny nośności pala.

#### **1.4.16. Dobijanie.**

Dodatkowa seria uderzeń młota używana do wbicia pala prefabrykowanego w celu odtworzenia wymaganego oporu wbijania.

#### **1.4.17. Pal początkowy.**

Pierwszy pal roboczy na placu budowy.

#### **1.4.18. Pal do próbnego obciążenia.**

Pal poddawany próbnemu obciążeniu w celu określenia zależności obciążeń od przemieszczeń pala oraz otaczającego gruntu.

#### **1.4.19. Pal do prób wstępnych.**

Pal wykonywany przed rozpoczęciem zasadniczych robót palowych lub fragmentu robót w celu ustalenia przydatności wybranego rodzaju pala, sprzętu do wbijania lub/i potwierdzenia rozwiązania projektowego, wymiarów i nośności.

#### **1.4.20. Kryteria wbijania.**

Parametry wbijania, które powinny być spełnione podczas wbijania pala.

#### **1.4.21. Wpęd.**

Średnie trwałe zagłębienie pala w grunt na jedno uderzenie, mierzone na podstawie serii uderzeń.

#### **1.4.22. Monitorowanie.**

Prowadzenie obserwacji w ramach kontroli jakości technicznej procesu palowania.

#### **1.4.23. Nadzór.**

Aktywna funkcja w nadzorowaniu i kierowaniu wykonaniem pali.

#### **1.4.24. Dokumentowanie.**

Sporządzenie trwałego zapisu faktów dotyczących wykonywania pali i rejestrowanych danych w formie „Dziennika wbijania pali”.

#### **1.4.25. Dziennik wbijania pala (metryka pala).**

Dokument stanowiący szczegółowy zapis czynności Wykonawcy w trakcie wykonywania robót palowych dla jednego lub większej liczby pali wykonywanych w ten sam sposób, zawierający następujące informacje:

- Część 1: Dane o budowie oraz ogólne informacje dotyczące:
  - lokalizacja obiektu,
  - oznaczenie kontraktu,
  - nazwa budowli,
  - podwykonawca robót palowych,
  - rodzaj pala;
  - klasa betonu i zbrojenia pala,
  - metoda wykonania.
- Część 2: Szczegółowe dane o przebiegu wykonawstwa:
  - numer podpory/fundamentu,
  - numer pala,
  - wymiary nominalne przekroju poprzecznego pala,
  - długość pala prefabrykowanego,
  - data i godzina wbijania, dobicia,
  - rzędną terenu, rzędną projektowaną i wykonaną podstawy i wierzchu głowicy pala,
  - poziom głowicy pala po rozkuciu,
  - nachylenie projektowanego i wykonanego pala,
  - rodzaj i typ urządzenia do zagłębiania pala,
  - ciężar i wysokość spadu młota oraz ewentualnie rodzaj stosowanej przedłużki,
  - wpędy pala (w dzienniku wbijania pala należy podać wpęd pala w milimetrach na 10 uderzeń młota lub liczbę uderzeń na każde 20cm postępu zagłębiania pala – dotyczy całej długości pali testowych i minimum ostatnich 3m wbijania pali docelowych),
  - numer rysunku na podstawie którego realizowana jest robota,
  - wszystkie informacje dotyczące przeszkód, przestojów i innych zakłóceń przebiegu robót,
  - imię i nazwisko Kierownika Robót Palowych.

Dziennik wbijania pala (metryka pala) jest częścią składową dokumentacji powykonawczej.

#### **1.4.26. Próbné obciążenie pala zwiększone stopniami.**

Próbné obciążenie statyczne, w którym pal do próbnego obciążenia jest obciążany siłą zwiększaną stopniami, utrzymywanymi przez pewien czas albo dopóki przemieszczenia pala praktycznie zanikną lub osiągną przewidzianą granicę (badania ML).

#### **1.4.27. Próbné obciążenie ze stałą prędkością wciskania.**

Próbné obciążenie statyczne, w którym pal do próbnego obciążenia jest wciskany w grunt ze stałą prędkością, z pomiarem siły wciskającej (badanie CRP).

**1.4.28. Próbné obciążenie dynamiczne pala.**

Próbné obciążenie w którym na głowicę pala jest wywierane jest obciążenie dynamiczne w celu analizy jego nośności.

**1.4.29. Badania akustyczne, badania dynamiczne ciągłości (przy małych odkształceniach).**

Badanie ciągłości, w którym seria fal akustycznych jest przesyłana od nadajnika do odbiornika przez beton pala, a charakterystyki odbieranych fal są mierzone i wykorzystywane do oceny ciągłości i zmian przekroju trzonu pala.

**1.4.30. Prześwietlanie akustyczne.**

Akustyczne badanie ciągłości betonu pala, wykonywane z otworu rdzeniowego w trzonie pala lub z wbudowanych rurek.

**1.4.31. Poziom roboczy.**

Poziom terenu palowania, na którym pracują palownice/kafary.

**1.4.32. Poziom głowicy.**

Projektowany poziomy, do którego pał jest ścinany lub wyrównywany przed jego połączeniem z konstrukcją.

**1.4.33. Poziom podstawy.**

Poziomy dolnego końca pala.

**1.4.34. Wierzch głowicy pala.**

Górna powierzchnia pala.

**1.4.35. Głowica pala.**

Górna część pala.

**1.4.36. Trzon pala.**

Element pala pomiędzy głowicą i podstawą.

**1.4.37. Spód pala.**

Dolna część pala.

**1.4.38. Podstawa pala.**

Dolna powierzchnia pala.

**1.4.39. Pale/element z odzysku.**

Element prefabrykowany wykonany pierwotnie do innego przeznaczenia, lecz dopuszczony jako przydatny do użycia jako pał, np. rura stalowa z przemysłu naftowego.

**1.4.40. Wysadzina.**

Przemieszczenie ku górze gruntu lub pala.

#### **1.4.41. Fundament palowy.**

Odmiana fundamentu pośredniego, określana również jako fundament głęboki - obciążenia przenoszone są w tego rodzaju fundamencie na głębsze warstwy podłoża.

Pozostałe określenia używane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz z określeniami podanymi w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 1.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.**

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 1. Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Techniczną, Specyfikacją Techniczną oraz poleceniami Inżyniera Kontraktu i Nadzoru Autorskiego.

#### **2. Materiały.**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 2.

##### **2.1. Pale prefabrykowane.**

Materiały i produkcja prefabrykowanych pali żelbetowych, jak również ich złączy, powinny spełniać wymagania Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej IBDiM/ITB. Wytwórnia, w której wykonywane są prefabrykaty pali, musi posiadać wymagane odrębnymi przepisami certyfikaty i zezwolenia. Wytwórnia prefabrykatów nie powinna być zmieniana bez uprzedniego powiadomienia Inżyniera Kontraktu. Źródła dostaw materiałów do wykonania prefabrykatów pali powinny być udokumentowane.

Wykonane w wytwórni pale pod względem wytrzymałościowym powinny być zgodne z projektem wykonawczym palowania.

Materiałem do wykonania fundamentu na budowie są gotowe prefabrykowane pale żelbetowe o wymiarach zgodnych z projektem konstrukcyjnym wykonane z betonu klasy i o długości zgodnie z dokumentacją projektową. Beton i otulina pala powinny bez dodatkowych zabezpieczeń zapewniać odporność na działanie wód gruntowych o naturalnej agresywności w stosunku do betonu. Zaleca się stosować pale z płaską podstawą umożliwiającą uzyskanie większej precyzji wbijania. Długość maksymalna pali jest ograniczona jedynie możliwościami ich wbicia na przewidzianą w projekcie głębokość. Pale dłuższe niż 16m uzyskuje się z prefabrykatów o mniejszej długości połączonych za pomocą złączek patentowych. Nie zaleca się projektowania pojedynczych prefabrykatów dłuższych niż 16m ze względu na ograniczenia związane z transportem po drogach publicznych.

#### **3. Sprzęt.**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 3. Podstawowym sprzętem do wykonania robót jest palownica z młotem hydraulicznym (ciężar młota ok. 60÷90kN). Szczegółowe wymagania techniczne dla palownicy i młota określone są w dokumentacji techniczno-ruchowej. Specyfikacja nie precyzuje typu sprzętu, który zależy od możliwości Wykonawcy.

Wykonawca zobowiązany jest do używania sprawnego sprzętu, który zapewni właściwą jakość prowadzonych robót palowych, zgodność z normami BHP, ochrony środowiska oraz przepisami dotyczącymi użytkowania sprzętu. Liczba, jakość i wydajność sprzętu musi gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji

projektowej i niniejszej Specyfikacji Technicznej. Roboty palowe powinny być wykonane specjalistycznym sprzętem kafarowym (palownicą) składającym się z młota, urządzenia napędzającego młot, dźwignicy oraz ewentualnych urządzeń i konstrukcji ułatwiających wbijanie. Wykonawca powinien przedstawić Inżynierowi Kontraktu charakterystykę sprzętu będącego w jego posiadaniu, przeznaczonego do wykonania robót palowych.

#### **4. Transport.**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 4.

Do transportu pali należy używać samochodów przystosowanych do przewożenia prefabrykatów pali o długości przewidzianej w projekcie palowania (zwykle nie przekraczającej 16m). Pozostałe materiały można przewozić dowolnymi środkami transportu z zabezpieczeniem ich przed uszkodzeniem.

Pale w czasie załadunku/rozładunku należy podnosić tylko za uchwyty transportowe wykonane wraz z prefabrykatem. Przy podnoszeniu prefabrykatu do młota palownicy należy wykorzystać jeden punkt zaczepienia w proporcjach 70%:30% długości pala. Prefabrykaty należy składować tak, aby nie powodować powstawania nadmiernych naprężeń. Prefabrykaty powinny być podparte w sposób ciągły lub punktowo na podkładach drewnianych, co najmniej w miejscach usytuowania uchwytów transportowych.

Rodzaj środków do transportu oraz załadunku i wyładunku musi być dobrany do wymogów konkretnego projektu wykonawczego i typu stosowanych pali. Pale uszkodzone w czasie transportu, załadunku, wyładunku (np. pęknięte lub z odkrytym, pozbawionym otuliny zbrojeniem) nie mogą być wbudowane i należy je usunąć z placu budowy. Do transportu można przeznaczyć prefabrykaty, których wytrzymałość betonu na ściskanie osiągnęła min. 40MPa.

#### **5. Wykonywanie robót.**

##### **5.1. Ogólne wymagania.**

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 5.

##### **5.2. Wymagania dokumentacyjne.**

###### **5.2.1. Projekt wykonawczy palowania.**

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia projektu wykonawczego palowania we własnym zakresie i na koszt własny.

Projekt wykonawczy palowania powinien jednoznacznie określać:

- rodzaj pali i ich przekrój,
- cechy materiałowe i wytrzymałościowe pali (m.in. wymaganą ilość zbrojenia),
- kryteria uznania pala za uszkodzony w trakcie transportu;
- przekroje i parametry geotechniczne warstw gruntów z dokumentacji geotechnicznej,
- lokalizację każdego pala,
- tolerancje położenia i pochylenia pali,
- specjalne wymagania dotyczące technologii zagłębienia pali (m.in. kolejność wbicia pali);

- długości pali;
- rzędne stóp, wierzchu i głowic pali,
- projektowaną nośność pali,
- ewentualnie wymagania dotyczące osiągnięcia minimalnej wartości wpędu, o ile jej określenie jest możliwe, np. na podstawie wcześniejszych doświadczeń lub/i wyników próbnych obciążeń statycznych/dynamicznych pali.

Projekt wykonawczy palowania powinien zawierać również informacje z projektu budowlanego i wykonawczego na temat pozostałości konstrukcji i fundamentów w gruncie, instalacji podziemnych, zanieczyszczeń podłoża lub zagrożeń, występowania materiałów nasypowych, przeszkód, sposobów monitorowania prowadzonych robót, aktualne dane topograficzne (rzędne i spadki terenu, położenie osi głównych, rzędna poziomu roboczego), warunki terenowe i wynikające z nich ograniczenia, warunki i ograniczenia środowiskowe oraz inne informacje mogące mieć wpływ na roboty palowe. Projekt wykonawczy palowania podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera Kontraktu i Projektanta.

### **5.2.2. Projekt próbnego obciążenia.**

W przypadku, gdy dokumentacja wykonawcza nie zawiera projektu próbnego obciążenia, Wykonawca zobowiązany jest do jego opracowania zgodnie z wymaganiami określonymi w Polskiej Normie.

Projekt próbnego obciążenia powinien określać:

- rodzaj próbnego obciążenia – statyczne lub/i dynamiczne;
- wymaganą liczbę pali do próbnego obciążenia uwzględniającą wymagania Polskiej Normy lub innych przywołanych w ST przepisów oraz zmienność warunków gruntowych;
- przekroje gruntów z dokumentacji geotechnicznej,
- lokalizację pali próbnych (testowych);
- rodzaj pali do próbnego obciążenia, ich przekrój i długość,
- ewentualne warunki wykorzystania pali do próbnego obciążenia jako pali docelowych (nośnych);
- projekt urządzenia do przeprowadzenia próbnego obciążenia;
- lokalizację ewentualnych pali kotwiących, ich rodzaj, przekrój i długość oraz ewentualne warunki wykorzystania pali kotwiących jako pali docelowych (nośnych);
- cechy materiałowe i wytrzymałościowe pali do próbnego obciążenia i pali kotwiących (m.in. wymaganą ilość i powierzchnię zbrojenia),
- tolerancje położenia oraz rzędne stóp i głowic pali do próbnego obciążenia i pali kotwiących,
- projektowaną nośność pala do próbnego obciążenia wg projektu wykonawczego oraz projektowaną wartość próbnego obciążenia;
- ciężar, rodzaj i sposób realizacji ewentualnego balastowania urządzenia do próbnych obciążeń pali;
- warunki przeprowadzenia próbnego obciążenia;
- sposób przeprowadzenia próbnego obciążenia;
- sposób interpretacji wyników próbnego obciążenia.

Projekt próbnego obciążenia podlega przedłożeniu do Inżyniera Kontraktu i Projektanta.



### **5.3. Prace przygotowawcze.**

#### **5.3.1. Składowanie.**

Pale powinny być złożone na placu składowym i podparte w sposób ciągły lub na podkładach drewnianych co najmniej w miejscach usytuowania uchwytów transportowych, tak aby zapewnić niezmienność ich cech geometrycznych.

#### **5.3.2. Wyznaczenie osi pali.**

Osie pali i osie fundamentu powinny być wyznaczone przez służbę geodezyjną Wykonawcy i sprawdzone przez służbę geodezyjną Inżyniera Kontraktu. Szkic z podaniem danych pomiarowych należy włączyć do Dziennika wbijania pali. Punkty wyznaczające osie pali i osie fundamentu powinny być oznaczone w gruncie na czas wykonywania fundamentu palowego.

Miejsca wbicia pali powinny być wyznaczone przez Wykonawcę na podstawie współrzędnych geodezyjnych lub w nawiązaniu do wytyczonych wcześniej charakterystycznych osi obiektu lub/i osi podpór. Pozycja każdego pala przed wbiciem i po wbiciu powinna zostać skontrolowana i udokumentowana w operacie geodezyjnym załączonym do Dziennika wbijania pali.

Jeżeli w projekcie palowania nie określono inaczej to pale należy zagłębiać zachowując odchyłki geometryczne zgodne z obowiązującymi normami.

Geometryczne odchyłki wykonania pali należy uwzględnić w projekcie palowania. Jeżeli określone odchyłki zostaną przekroczone, to należy zbadać zakres możliwego przeciążenia poszczególnych elementów konstrukcyjnych oraz, w razie konieczności, podjąć odpowiednie działania naprawcze.

Jeżeli są wymagane lub dopuszczone odchyłki geometryczne inne niż podane w projekcie lub niniejszej Specyfikacji, to należy je uzgodnić przed rozpoczęciem robót z Inżynierem Kontraktu i Projektantem.

#### **5.3.3. Ochrona instalacji na powierzchni ziemi i urządzeń podziemnych.**

Wykonawca na terenie prowadzenia robót odpowiada za ochronę wszystkich instalacji na powierzchni ziemi i urządzeń podziemnych wykazanych w dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. Wykonawca zapewni ich właściwe oznaczenie i zabezpieczenie. W przypadku uzasadnionych wątpliwości, zaleca się, aby Wykonawca uzyskał od Inżyniera Kontraktu lub odpowiednich władz potwierdzenie informacji zawartych w dostarczonych mu materiałach.

W przypadku natrafienia w trakcie realizacji robót na niezainwentaryzowane urządzenie podziemne, należy niezwłocznie przerwać roboty, zabezpieczyć urządzenie i teren prowadzenia robót, wezwać Kierownika Budowy, Inżyniera Kontraktu, Projektanta oraz właściciela urządzenia w celu ustalenia dalszego trybu postępowania.

### **5.4. Wykonanie fundamentu palowego (wbicie pali).**

Przed przystąpieniem do wbijania pali należy:

- przygotować stanowisko do pracy palowniczy;
- dostarczyć na budowę pale prefabrykowane;
- sprawdzić czy urządzenie wbijające przeznaczone do wprowadzania pali w grunt posiada ważne świadectwo dopuszczenia do pracy, a jego operator aktualne zezwolenie na jego obsługę.

Palownicę należy ustawić tak, aby oś pionowa młota pokrywała się z punktem osiowym wytyczającym środek geometryczny pala. Ustawienie masztu palownicy powinno być pionowe lub skośne, o ile tak przewidziano w projekcie palowania.

Jeżeli w projekcie palowania nie ustalono inaczej, przed przystąpieniem do wykonania zasadniczego palowania należy wbić pale testowe i ewentualne pale kotwiące. W trakcie wbijania pali testowych należy odnotować poziomy ich zagłębienia w gruncie i odpowiadające tym poziomom wpędy lub liczbę uderzeń na każde 20cm zagłębienia pala na całej długości instalowanych pali.

Zaleca się, aby w przypadku wszystkich pali energia przekazywana przez urządzenie wbijające była tak dobrana, aby zostały spełnione następujące wymagania:

- naprężenia ściskające:
  - maksymalne obliczone naprężenia ściskające nie było większe od  $0,8 \times$  charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie w czasie wbijania;
- naprężenia rozciągające:
  - maksymalna obliczona siła nie była większa od  $0,9 \times f \times A$ , gdzie
    - $f$ : charakterystyczna granica plastyczności zbrojenia;
    - $A$ : pole przekroju zbrojenia.

Jeżeli podczas wbijania mierzone są naprężenia, to ich wartości mogą być o 10% większe od podanych wyżej wartości obliczonych.

Przy ocenie naprężeń od wbijania szczególną uwagę należy zwrócić na przypadki przebijania się przez warstwę mocną do warstwy słabej, gdyż wówczas mogą wystąpić duże naprężenia rozciągające w palu.

Próbné obciążenia statyczne pali testowych należy wykonać przy wykorzystaniu pali kotwiących.

Na podstawie opracowanych wyników próbných obciążeń statycznych lub/i dynamicznych oraz odnotowanych w trakcie wbijania pali testowych i kotwiących poziomów wbicia i odpowiadających im wpędów, Projektant przeprowadza weryfikację przyjętych założeń do projektowania i rozwiązań projektowych. W wyniku weryfikacji należy określić ostateczne długości pali w poszczególnych obszarach lub fundamentach oraz ewentualne kryterium wpędu, którego osiągnięcie zapewni wymaganą nośności poszczególnych pali docelowych. O ile w projekcie palowania nie ustalono inaczej w gruntach spoistych nie należy przyjmować kryterium wpędu.

Jeśli w projekcie palowania lub projekcie próbnego obciążenia nie ustalono inaczej, to pale do próbnego obciążenia i ewentualne pale kotwiące można wykorzystać jako elementy nośne w docelowym fundamencie, pod warunkiem, że pale nie uległy zniszczeniu w trakcie realizacji próbných obciążeń lub przemieszczenia pionowe nie były większe niż określone w Polskiej Normie. W przypadku uniesienia pali kotwiących w zakresie większym niż dopuszczalny w Polskiej Normie pale należy dobić.

Po weryfikacji założeń projektu palowania opartej na wynikach próbnego obciążenia, należy dokończyć palowanie zasadnicze. W trakcie palowania docelowego pale zaleca się wbijać zaczynając od pali wewnętrznych i kończąc na palach zewnętrznych (w przypadku gruntów zagęszczonych) lub zaczynając od pali zewnętrznych i kończąc na palach wewnętrznych w przypadku gruntów słabo zagęszczonych. Ostateczna decyzja o kolejności wbijania należy do Kierownika Robót Palowych.

W przypadku zsuwania się pala z wymaganego kierunku na początkowym etapie wbijania, pal należy wyciągnąć i wbić ponownie. Gdy pal uzyska prowadzenie w gruncie sprawdza się współosiowość pala i młota oraz zachowanie zaprojektowanego kierunku wbijania. Po ewentualnym wprowadzeniu poprawki położenia można przystąpić do właściwego wbijania.

Po wstępnym zagłębieniu pal należy wbijać z pełną energią. Skoki (energię) młota należy zmniejszyć po wbiciu pala do przewarstwień twardej gliny, bardzo zagęszczonego piasku, głazów, dużych otoczków itp., gdy powyżej zalegają grunty słabe. W tych warunkach może nastąpić wyboczenie pala szczególnie niebezpieczne przy silnych uderzeniach młota.

W celu ochrony głowicy pala wymaga się umieszczenia na nich kołpaków. Głównym zadaniem kołpaków jest rozłożenie na cały przekrój poprzeczny głowicy obciążeń przekazywanych przez młot, zmniejszenie naprężeń stykowych i zabezpieczenie przed miejscowymi wyboczeniami głowicy. W przypadku uszkodzenia głowicy pala należy przerwać wbijanie, a uszkodzony odcinek odciąć. W przeciwnym przypadku rosną straty energii, skuteczność wbijania maleje, a uszkodzenie może się rozprzestrzenić dalej.

W trakcie wbijania pali należy na bieżąco kontrolować stan techniczny sąsiadujących budynków, obiektów i instalacji podziemnych znajdujących się w sąsiedztwie.

Nie należy dążyć do wbijania pala do projektowanej rzędnej mimo małego wpędu.

Uzyskanie rzędnej projektowej jest niezbędne jedynie w przypadku pali dozbrajanych w górnej strefie (pracujących w fundamentach obciążonych znacznymi siłami poziomymi). W innych przypadkach nośność pali na długości nie ulega zmianie i mogą być one skracane na podstawie określonego w dokumentacji projektowej kryterium wpędu.

Skrócenie projektowanej długości pala musi uzyskać Inżyniera i Nadzoru Autorskiego.

Początkowo, do momentu uzyskania prowadzenia pala w gruncie, pale wbija się uderzeniami młota spadającego z małej wysokości wprowadzając przy tym korekty położenia pala. Po uzyskaniu prowadzenia pala w gruncie nośnym, wbijanie należy kontynuować przy wysokości spadu młota zgodnej z wielkością przyjętą do wyznaczenia wpędu pala – zagłębienia pala serią 10 uderzeń młota o znanej masie lub ilość uderzeń młota dla uzyskania 20cm zagłębienia pala, aż do uzyskania projektowanej rzędnej lub kryterium wpędu.

W czasie wprowadzania pali w grunt należy prowadzić pomiar zagłębienia pala i serii uderzeń młota z wyznaczonej wysokości. Uzyskane wyniki należy zamieszczać w dzienniku wbijania pala.

Uznaje się, że pale wprowadzane w grunt są zdolne do przenoszenia obciążeń projektowych jeżeli spełnione są równocześnie warunki:

- zagłębienie z ostatnich serii uderzeń młota są mniejsze od wielkości wpędu obliczonego dla konkretnych warunków wbijania;
- spód pala uzyskał projektowaną rzędną.

W przypadku niespełnienia warunku uzyskania przez pale rzędnych określonych w projekcie palowania, decyzję w sprawie dopuszczenia odstępstwa może podjąć wyłącznie Projektant fundamentu palowego.

O ile w projekcie palowania nie określono inaczej:

- bezpośrednio po wbiciu wierzchy głowic pali powinny znajdować się na poziomie +60cm w stosunku do spodu projektowanego zwieńczenia fundamentu palowego;
- głowice należy rozkuć na długości 55cm do poziomu +5cm w stosunku do spodu projektowanego zwieńczenia.

W przypadku pali nie dobitych na projektowaną rzędną górną część pala ponad projektowanym poziomem wierzchu głowicy należy odciąć, a pozostałą część odkuć zgodnie z założeniami projektu lub niniejszej ST. W trakcie rozkuwania głowicy pala

należy chronić przed uszkodzeniem pręty główne. Zbrojenie spiralne/strzemiona na długości rozkucia należy usunąć.

O ile dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej:

- pręty zbrojenia głównego można po rozkuciu jedynie nieznacznie odgiąć od pionu;
- wierzch pala po rozkuciu powinien mieć powierzchnię zbliżoną do płaskiej lub stożkowej, o ile nie powoduje to kolizji ze zbrojeniem zwieńczenia.

Materiały pochodzące z rozkucia głowic pali podlegają utylizacji.

## **6. Kontrola jakości robót.**

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 6.

### **6.1. Wymagania szczegółowe.**

Jakość robót palowych ocenia się na podstawie:

- obserwacji przebiegu wykonania robót palowych,
- zgodności wykonanych robót z dokumentacją projektową, niniejszą ST i uzgodnionym sposobem wykonania,
- zapisów w Dzienniku wbijania pali i ewentualnych zapisów w Dzienniku budowy,
- deklaracji zgodności wbudowanych materiałów z Polską Normą lub Aprobata Techniczną IBDiM/ITB lub oświadczenia producenta o zapewnieniu zgodności wyrobu budowlanego z indywidualną dokumentacją techniczną dla danego obiektu,
- wyników pomiarów geodezyjnych wykonywanych przez służbę geodezyjną Wykonawcy i sprawdzonych przez służbę geodezyjną Inżyniera Kontraktu,
- wyników badań rutynowych i dodatkowych badań zleconych przez Inżyniera Kontraktu oraz na podstawie wyników próbnego obciążenia, o ile jego przeprowadzenie jest wymagane.

Dokumenty stanowiące podstawę oceny robót powinny być dostarczone przez Wykonawcę i przechowywane przez co najmniej 5 lat po zakończeniu robót, a dokumenty wskazane przez Inżyniera Kontraktu powinny być dołączone do dokumentacji archiwalnej obiektu. Zaleca się aby takimi dokumentami były dzienniki wbijania pali.

### **6.2. Tolerancje wykonawcze.**

Tolerancje wykonania pala – w przypadku, gdy nie zostały ustalone w dokumentacji projektowej – są następujące:

- rzędna podstawy pala: + 10/-50cm;
- rzędna głowicy pala po rozkuciu:  $\pm 3$ cm;
- wymiary przekroju pala: – 5mm/+8mm.

Pozostałe tolerancje zostały określone w p. 5.3.2.

## **7. Rozliczenie robót.**

W niniejszym przedmiocie opracowania nie obowiązuje obmiar robót. Podstawą rozliczenia robót jest kwota ryczałtowa, określona na etapie przetargu, wynikająca z Dokumentacji Projektowej oraz Specyfikacji Technicznych. Ogólne wymagania dotyczące rozliczenia Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 7.

## **8. Odbiór robót.**

Ogólne wymagania dotyczące odbioru Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 8.

### **8.1. Szczegółowe zasady odbioru robót palowych.**

Odbiór robót palowych dokonywany jest na zasadach odbioru częściowego w oparciu o:

- dokumentację projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami, wykonanymi w trakcie wykonywania robót,
- zgodność wykonanych robót z dokumentacją projektową, niniejszą ST i uzgodnionym sposobem wykonania,
- zapisy w Dzienniku wbijania pali i ewentualnych zapisów w Dzienniku budowy,
- deklarację zgodności wbudowanych materiałów z Polską Normą lub Aprobata Techniczną IBDiM/ITB lub oświadczenie producenta o zapewnieniu zgodności wyrobu budowlanego z indywidualną dokumentacją techniczną dla danego obiektu,
- wyniki pomiarów geodezyjnych wykonywanych przez służbę geodezyjną Wykonawcy i sprawdzonych przez służbę geodezyjną Inżyniera Kontraktu,
- wyników badań rutynowych i dodatkowych badań zleconych przez Inżyniera Kontraktu oraz wyniki próbnego obciążenia, o ile jego przeprowadzenie jest wymagane.

Wszystkie badania i próby powinny dać wynik pozytywny. Jeżeli którekolwiek badanie lub próba dała wynik negatywny należy usunąć zaistniałą wadę i przedstawić roboty do ponownego odbioru.

## **9. Podstawa płatności.**

Zasady i podstawy płatności są szczegółowo sprecyzowane w postanowieniach Umowy zawartej pomiędzy Wykonawcą, a Zamawiającym.

## **10. Przepisy związane.**

Ogólne wymagania dotyczące przepisów związanych podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne” pkt. 10.

- 1) PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- 2) PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- 3) PN-EN 12794+A1:2008 Prefabrykaty z betonu. Pale fundamentowe.
- 4) PN-B-02482:1983 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- 5) PN-EN 12699:2015-06 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
- 6) PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.