

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

WZMOCNIENIE PALAMI CFA

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża gruntowego z wykorzystaniem pali wierconych, formowanymi za pomocą ciągłego świdra ślimakowego, zwanych dalej palami CFA (nazwa polska: pale „FSC” tj. „Formowane Świdrem Ciągłym”) w ramach „Budowy zachodniego obejścia drogowego miasta Chojnice”.

Metoda ma zastosowanie do posadawiania nasypów drogowych, obiektów mostowych i innych obiektów budowlanych, gdy warunki gruntowe wykluczają posadowienie bezpośrednie. Wykonanie pali CFA ma na celu wzmocnienie podłoża gruntowego o niedostatecznej nośności i przeniesienie projektowanych obciążeń z nasypów drogowych oraz innych obiektów budowlanych na warstwy nośne podłoża.

W przypadku zastosowania pali jako wzmocnienia podłoża pod nasypy drogowe wymaga się, aby ich głowice były zwieńczone płytą żelbetową lub oczepami żelbetowymi i geomateracem z kruszywa.

Przy wytrzymałości gruntu na ścinanie < 15 kPa w celu zabezpieczenia stateczności otworu, zamknięcia świeżego betonu w otworze oraz ochrony trzonu pala, należy obowiązkowo zastosować stałe obudowy lub okładziny zgodnie z PN-EN 1536, które nie zostaną wycofane po uformowaniu i będą stanowić część trzonu pala. Konieczna jest wówczas korekta ilości zbrojenia na uzasadnioną względami wytrzymałościowymi.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

1.3. Określenia podstawowe

Słabe podłoże - warstwy gruntu nie spełniające wymagań, wynikających z warunków nośności lub stateczności albo warunków przydatności do użytkowania.

Wzmocnienie podłoża - geoinżynierskie metody modyfikujące właściwości fizyko-mechaniczne gruntów poprzez trwałe nadanie podłożu gruntowemu właściwości zwiększających jego nośność oraz zmniejszających odkształcalność i wrażliwość na wpływ czynników atmosferycznych.

Pale CFA - (Continuous Flight Auger) - pale wykonywane świdrem ciągłym o długości co najmniej równej długości pala, wkręcanym na zamierzoną głębokość. Następnie przez rurowy przewód świdra, tłoczy się mieszankę betonową, z jednoczesnym podciąganiem świdra, co powoduje wypełnienie przestrzeni pod świdrem mieszanką betonową. Po wyciągnięciu świdra w świeżą mieszankę betonową wciskane jest zbrojenie w postaci szkieletu z prętów. Pale wykonuje się pionowo, używając świrdrów o średnicy odpowiadającej nominalnej średnicy pala

Badanie ciągłości pali - badanie ciągłości za pomocą niskoenergetycznych metod sejsmicznych (SIT - Sonic Integrity Testing, PIT - Pile Integrity Testing), w których seria fal sejsmicznych wywołanych poprzez uderzenie w głowicę pala za pomocą odpowiedniego młotka 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

Obudowa stała – stalowa rura wykorzystywana do utrzymania stabilności odwiertu palowego, która nie zostaje wycofana, ale pozostaje jako trwałe ciągłe obramowanie

Okładzina – rura, zazwyczaj z cienkiej blachy stalowej, formująca trzon pala

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

Materac geosyntetyczny – materac wykonywany ponad głowicami pali. Jego zadaniem jest transmisja obciążeń od nasypu oraz ruchu eksploatacyjnego na głowice pali. Materac jest wykonywany z geotkanin, geokraty oraz kruszywa.

Platforma robocza - Warstwa zagęszczonego gruntu – piasku, uformowana w celu umożliwienia ruchu ciężkiego sprzętu stanowiąca jednocześnie dolną część formowanego nasypu drogowego po wykonaniu pali przemieszczeniowych.

Projekt technologiczny – Opracowanie, które będzie zawierało szczegółowy opis metody formowania kolumn (pali) z uwagi na posiadany przez wykonawcę sprzęt. Projekt technologiczny podlega zatwierdzeniu przez Projektanta i Inżyniera.

Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszych ST są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D-00.00.00 "Wymagania Ogólne", ST D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne” oraz w przepisach związanych wyszczególnionych w pkt. 10 niniejszego ST.

1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00 "Wymagania Ogólne" i ST D-02.00.00 pkt 1.5.

1.5 Wymagania dokumentacyjne

Roboty związane z wykonaniem wzmocnienia gruntowego powinny być realizowane zgodnie z Projektem Technologicznym, przygotowanym przez Wykonawcę wzmocnienia.

Projekt technologiczny podlega akceptacji Projektanta oraz Inżyniera

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w SST D.00.00.00. "Wymagania ogólne". Poszczególne rodzaje materiałów powinny pochodzić ze źródeł zatwierdzonych przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Należy stosować materiały dopuszczone do obrotu na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92, poz. 881 z 2004r) wraz z nowelizacjami, a także na podstawie przepisów wykonawczych do tej ustawy.

2.2. Materiały do wykonania platformy roboczej

Do wykonania platformy roboczej należy użyć gruntu naturalnego tj. – żwiru (Ż) lub pospółki (Po) lub piasku (Pr, Ps lub Pd) zgodnych z PN-B-02480:1886. Wymagana wodoprzepuszczalność $k > 5,2$ m/d. Zawartość części pylastych $< 0,075$ poniżej 8%, wskaźnik różnoziarnistości $U > 3$.

Z uwagi na fakt, iż platforma robocza stanowić będzie integralną część nasypu drogowego, musi być zgodna wymaganiami stosownej specyfikacji.

Przed przystąpieniem do robót wzmocniania podłoża platforma robocza podlega odbiorowi. Do odbioru platformy roboczej należy przedłożyć komplet wyników:

- moduł E2
- geometrię platformy roboczej (powierzchnię i rzędną)

Badania przeprowadzić w ilości: 3 badania na każde 1000 m² platformy roboczej

2.3. Grunt do wykonania warstw wyrównawczych

Do wykonania warstw wyrównawczych na platformie roboczej należy użyć materiału jak dla platformy roboczej.

2.4. Grunt do wykonania nasypów na wzmocnionym podłożu.

Do wykonania nasypów na wzmocnionym podłożu należy użyć materiał zgodny z wymaganiami stosownej specyfikacji w szczególności D-02.03.01.

2.5. Beton

Właściwy skład mieszanki powinna określać "Receptura mieszanki betonowej", zaakceptowana przez Inżyniera/Inspektora nadzoru. Mieszanka betonowa do pali powinna spełniać następujące wymagania:

- być odporna na segregację, wykazywać wysoką plastyczność i zdolność do samozagęszczania,
- mieć odpowiednią plastyczność przez czas wykonywania pala i wibrowania zbrojenia.

Beton powinien mieć klasę wynikającą z dokumentacji projektowej i, o ile niniejsza ST nie mówi inaczej, powinien spełniać wymagania ST M-13.01.01. Mieszanka betonowa powinna być tak zaprojektowana, aby w trakcie formowania pala nie doszło do oddzielania składników.

Wymagania dla cementów, kruszyw i wody oraz dodatków do betonu należy przyjmować wg ST M.13.01.01 z zastrzeżeniem, że dopuszcza się cement spełniający wymagania PN-EN 1536. Do produkcji mieszanki betonowej do wykonania pali zaleca się użycie cementów z dodatkami typu II.

Kruszywo powinno spełniać wymagania podane w PN-EN-12620, PN-EN 1536 oraz PN-EN 206 z wyszczególnieniem:

- uziarnienie kruszywa oznaczone wg PN-EN 933-1 powinno spełniać wymagania odpowiednio do jego wymiarów d/D podane w PN-EN-12620 „ Tablica 2- Podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia”
- górny wymiar ziarna wg PN-EN 933-1 nie może przekraczać wartości: 16mm
- zawartość frakcji drobnych $d < 0,125$ mm (włączając cement) dla kruszywa grubego $d > 8$ mm powinna być co najmniej równa 400 kg/m^3 , a dla kruszywa grubego $d \leq 8$ mm co najmniej równa 450 kg/m^3 ,
- zawartość pyłów oznaczana wg PN-EN 933-1:
- w kruszywie grubym wymagania jak dla kategorii $f_{1,5}$
- w kruszywie drobnym wymagania jak dla kategorii f_3
- kształt ziaren (wskaźnik kształtu) oznaczony wg PN-EN 933-4 - dopuszczalna kategoria SI40 jednak zawartość ziaren nieforemnych potwierdzona badaniami nie większa niż 25%
- zawartość zanieczyszczeń organicznych oznaczona wg PN-EN 1744-1 – barwa jaśniejsza od wzorcowej
- nasiąkliwość oznaczona zgodnie z PN-EN 1097-6 $WA_{24} \leq 2\%$
- reaktywność alkaliczno-krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności nie więcej niż 1 według PN-B-06714-46 – 0* lub kategoria reaktywności R0 wg Zał. 1 do Zarządzenia nr 23 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 7 czerwca 2018 r., Zał. 1 - metoda przyspieszona lub Zał.2 – metoda długoterminowa.

*- w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %”.

Jako kruszywo grube zaleca się stosowanie żwirów.

2.6. Stal zbrojeniowa

Do zbrojenia pali należy używać koszy z prętów zbrojeniowych albo stal profilową. Zbrojenie powinno być wykonane zgodnie z projektem technicznym. Stal kształtowa stosowana do zbrojenia pali CFA powinna być wyposażona w prowadnice zapewniające osiowe wciśnięcie pręta w mieszankę betonową trzonu pala. Zaleca się zbrojenie pala na całą jego długość.

Klasę stali zbrojeniowej należy przyjąć wg Dokumentacji Projektowej, lecz o klasie nie niższej niż AIIIIN (klasy ciągliwości C, granicy plastyczności $f_{yk} = 500$ MPa). Gatunek stali profilowej określa Dokumentacja Projektowa. Wymagania dla stali kształtowej zgodnie z PN-EN 10025.

Przed wbudowaniem zbrojenia Inżynier/Inspektor nadzoru musi dokonać jego odbioru.

2.7. Obudowy stałe lub okładziny

Elementy stalowe wykorzystywane w palach wierconych, stanowiące element ochronny lub przenoszący obciążenia, powinny być zgodne z PN-EN 10025-2, PN-EN 10210, PN-EN 10219, PN-EN 10248, PN-EN 10249, PN-EN 13670 oraz zaprojektowane i wykonane zgodnie z PN-EN 1536.

2.8. Dodatki i domieszki

Do betonu zaleca się stosowanie domieszek modyfikujących właściwości mieszanki lub stwardniałego betonu, poprawiających właściwości betonu lub zapewniających uzyskanie specjalnych właściwości.

Stosowane domieszki muszą spełniać wymagania PN-EN 934-2. Domieszki jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

W przypadku zgody na zastosowanie domieszek i/lub dodatków chemicznych, należy doświadczać i sprawdzać ich skuteczność przy ustalaniu recepty mieszanki betonowej.

Dopuszcza się zastosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu:

- napowietrzającym,
- uplastyczniającym,
- przyspieszającym lub opóźniającym wiązanie.

lub domieszek tzw. kompleksowych o działaniu:

- napowietrzająco – uplastyczniającym,
- przyspieszająco – uplastyczniającym.

Zawartość całkowita stosowanych domieszek do betonu nie powinna przekraczać dopuszczalnej największej ilości zalecanej przez producenta domieszek oraz powinna być zgodna z wymaganiami PN-EN 206-1. Stosowanie domieszek w ilościach mniejszych niż 2 g/kg cementu dopuszcza się wyłącznie w przypadku wcześniejszego ich wymieszania z częścią wody zarobowej.

2.9. Materac geosyntetyczny (na obszarze pali wierconych).

Nad głowicami pali przemieszczeniowych zostanie wykonany materac geosyntetyczny. Materac geosyntetyczny zostanie wykonany z geotkanin o odpowiedniej wytrzymałości na rozciąganie, kruszywa oraz geokraty komórkowej – zgodnie z Projektem.

Wytrzymałość na rozciąganie geotkaniny: 200/50 – wytrzymałość długoterminowa.

Wysokość geokraty: 50 cm.

Kruszywo do zasypu: żwiry, pospółki o następującej frakcji:

- frakcja od 0-0,2 mm <5%
- 0,2 – 2 mm <20%

- 2-16 mm <35%

- 16-32 mm – pozostała część

Materac geosyntetyczny może zostać zmodyfikowany na etapie Projektu technologicznego, po wykonaniu odpowiednich obliczeń. Konstrukcja materaca podlega akceptacji Projektanta oraz Inżyniera.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D 00.00.00, „Wymagania ogólne” oraz w D-02.00.01, „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

Wykonawca odpowiedzialny jest za szczegółowy dobór sprzętu zapewniający prawidłowe wykonanie robót określonych w Dokumentacji Technicznej oraz zgodnie z założoną technologią. Sprzęt powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w ST oraz w projekcie.

Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe maszyny) dla zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

Sprzęt używany do wykonania każdego z elementów robót musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania pali typu CFA

Palownica, umożliwiająca wkręcenie świda, jeśli potrzeba umieszczenie obudowy/okładziny, i podawanie betonu pod ciśnieniem, powinna być wyposażona w urządzenia do kontroli wizualnej ciśnienia betonu i rejestracji parametrów wiercenia (opory wkręcania świda, prędkość obrotowa i liniowa świda) i formowania pala (wydatek betonu, prędkość podciągania świda) - powyższe wymagania dotyczą 100% używanych palownic.

Wymiary świda muszą umożliwiać wykonanie pali o średnicy nominalnej i długości określonej w Dokumentacji Projektowej. Wiertnica musi być wyposażona w nakładki gumowe na gąsienice w celu ochrony nawierzchni jezdni przed uszkodzeniami. Nie dopuszcza się innego zabezpieczenia przed uszkodzeniem nawierzchni jezdni przez wiertnicę.

Sprzęt pomocniczy: pompa do betonu, betonowozy w ilości zapewniającej ciągłość betonowania pala bez potrzeby oczekiwania na dowóz mieszanki betonowej.

Zastosowany sprzęt musi umożliwiać automatyczną rejestrację następujących parametrów produkcyjnych takich jak:

- numer pala,
- datę i godzinę rozpoczęcia oraz zakończenia wiercenia,
- głębokość wiercenia,
- prędkość obrotową świda
- prędkość pogrążania świda (rury obsadowej) w podłoże
- parametr stwierdzający osiągnięcie warstwy nośnej przez maszynę (moment obrotowy lub ciśnienie hydrauliczne – zależnie od zastosowanej maszyny)
- parametry betonowania: objętość wbudowanego betonu.
- czas rozpoczęcia i zakończenia betonowania

Rejestrowane parametry muszą pozwalać na bieżące śledzenie dokładności wykonywanych robót i formowanego trzonu pala. Parametry wiercenia muszą być podawane w funkcji głębokości (zagłębienia pala w podłoże). Dla minimum 90% pali w obrębie każdej sekcji należy dostarczyć

metryki elektroniczne z maszyn. Dla pozostałych 10% pali w obrębie każdej sekcji dopuszcza się wykonanie metryk ręcznie. Metryki ręczne dopuszcza się jedynie w przypadku awarii automatycznego systemu pomiarowego. Metryka ręczna zawierać będzie parametry, możliwe do odczytania z systemu pomiarowego w momencie awarii.

3.3. Sprzęt stosowany do pozostałych robót

Próbné obciążenia pali należy wykonywać przy użyciu sprawnego technicznie sprzętu zaakceptowanego przez Inżyniera/Inspektora nadzoru, przeznaczonego do realizacji robót zgodnie z technologią założoną w Projekcie próbnego obciążenia.

Badania ciągłości pali należy wykonywać przy użyciu sprawnego technicznie sprzętu przeznaczonego do takich badań, zaakceptowanego przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

Instalacja zbrojenia w palach może być wykonana przy użyciu sprzętu do wykonania pali (palownicy), lub przy pomocy innego sprzętu zaakceptowanego przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D 00.00.00, Wymagania ogólne" oraz D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

4.2. Wymagania dotyczące transportu maszyn i materiałów

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, mieszanie i podawanie spoiwa do wykonania pali powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Transport palownicy specjalnymi pojazdami, umożliwiającymi przewóz ładunków ponadnormatywnych. Inny sprzęt i materiały na budowę dostarczone będą transportem samochodowym. Załadunek, przewóz, wyładunek i składowanie materiałów do pali powinny odbywać się tak, aby zachować ich parametry techniczne.

Transport powinien być tak prowadzony, aby nie powodować zanieczyszczeń dróg i ulic.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót

Ogólne zasady prowadzenia robót podano w SST D 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

Roboty należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową uwzględniając dyspozycje lokalizacyjne i wynikające z niej uwarunkowania technologiczne. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z odpowiednimi dokumentami dotyczącymi wykonywanych robót.

Wykonanie pali składa się z następujących czynności:

- wytyczenie geodezyjne osi pala,
- ustawienie świdra palownicy nad wytyczoną osią pala,
- wiercenia otworu na głębokość projektową, z umacnianiem ścian otworu przez obudowy/okładziny (jeśli przewidziano)
- betonowania pala z równoczesnym podciąganiem świdra,
- odsłonięcie świeżo uformowanego trzonu i oczyszczenie powierzchni betonu,
- wprowadzenie zbrojenia w świeżą mieszankę betonową,
- skucie głowic do rzędnej projektowej

Ukończony pal powinien mieć kształt walca betonowego o średnicy co najmniej równej nominalnej średnicy pala. Proces formowania powinien zapewnić uzyskanie pala betonowego o jednolitej jakości, bez przerw i niejednorodności.

Wykonawca przed przystąpieniem do robót opracuje i przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru do akceptacji:

- projekty technologii i organizacji oraz harmonogram robót,
- projekty próbnego obciążenia pali.

5.2. Uzupełniające badania geotechniczne

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przeprowadzi badania kontrolne (odwierty i sondowania), które umożliwią uszczegółowienie zasięgu zaprojektowanego wzmocnienia podłoża. Głębokość badań kontrolnych należy tak dobrać, aby zagłębiały się one minimum 3m w warstwę gruntów nośnych podścielających grunty słabonośne podlegające wzmocnieniu. Zakres oraz lokalizację badań kontrolnych należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru.

5.3. Roboty przygotowawcze

Wykonawca przed przystąpieniem do robót zobowiązany jest do wykonania inwentaryzacji stanu technicznego istniejących budynków, budowli i obiektów infrastruktury sąsiadujących z terenem robót, będących w zasięgu drgań powstałych w trakcie wzmocnienia podłoża.

W trakcie prowadzenia robót należy na bieżąco kontrolować stan techniczny budynków i budowli oraz innych konstrukcji wzmacniających wykonanych przed palowaniem a znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie robót palowych.

W przypadku złożonych oraz skomplikowanych warunków gruntowych obserwacji należy poddać również obiekty zlokalizowane w większej odległości. W razie potrzeby na obserwowanych obiektach należy zainstalować specjalistyczny system do pomiaru drgań.

Zapewnienie bezpieczeństwa budowli i konstrukcji znajdujących się na przyległym do robót terenie (w bezpośrednim sąsiedztwie oddziaływania robót) należy do obowiązków Wykonawcy.

Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji na powierzchni terenu i urządzeń podziemnych zlokalizowanych na terenie prowadzenia robót, które zostały wykazane w dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie tych instalacji przed uszkodzeniem. W przypadku natrafienia w trakcie realizacji robót na nie zinwentaryzowane konstrukcje bądź urządzenia podziemne, należy niezwłocznie przerwać roboty, zabezpieczyć urządzenie oraz powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a dalsze prace prowadzić dopiero po uzgodnieniu dalszego trybu postępowania.

Przygotowanie terenu polega na sprawdzeniu i wytyczeniu miejsca prowadzenia robót oraz na wykonaniu niezbędnych robót makroniwelacyjnych i przygotowaniu stabilnej platformy roboczej zgodnie z zapisami podanymi w odpowiednich SST. Stan platformy roboczej musi pozwalać na bezpieczną pracę palownicy w każdych warunkach pogodowych. Poziom platformy roboczej musi się znajdować co najmniej 0.5 m powyżej poziomu wody gruntowej.

Przed przystąpieniem do robót, na podstawie Dokumentacji Projektowej oraz sytuacyjnego rozpoznania w terenie, należy:

- ustalić lokalizację robót,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary geodezyjne niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia punktów wysokościowych,
- przygotować teren w zależności od jego stanu (usuwanie przeszkód, oczyszczanie, wyrównanie, ścinanie, schodkowanie, odwodnienie itp.),
- przygotować drogi technologiczne, o ile występuje konieczność ich odrębnego wykonania (w stosunku do dróg związanych z wykonaniem zasadniczych robót ziemnych drogowych).

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypałów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrywki instalacji.

Wykonawca przystąpi do wykonywania wzmocnienia gruntu na danym obszarze po zakończeniu robót przygotowawczych (pomiarowych, wycince drzew, rozbiórkach, usunięciu innych przeszkód, wykonaniu dodatkowych badań geotechnicznych itp.), wytyczeniu zakresu wzmocnienia i wyrażeniu zgody przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

5.4. Projekt technologiczny

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt technologii i organizacji (projekt technologiczny) oraz harmonogram robót uwzględniający wszystkie uwarunkowania w jakich będą wykonywane roboty związane ze wzmocnieniem podłoża (m.in. sytuacyjne, geologiczne i wodne, szczególne), występujące na terenie robót oraz wynikające z nich ograniczenia, poziomy (platformy) robocze, wymagania specjalne dotyczące technologii wykonywania pali, sposoby monitorowania prowadzonych robót.

W projekcie technologicznym należy uwzględnić w obliczeniach nośności wpływ tarcia negatywnego z uwzględnieniem wpływu kolejności oraz rodzaju robót (np. osiadania podłoża generowane budową nasypów czy odwodnień).

Projekt technologiczny palowania powinien także jednoznacznie określać dodatkowe kryteria, np. kryterium wpędu, tzn. wymagania dotyczące osiągnięcia minimalnej wartości wpędu – o ile jej określenie jest możliwe, a także inne aspekty mogące mieć wpływ na roboty palowe (np. urządzenia, budowle, instalacje nad- i podziemne).

W projekcie powinno znaleźć się m.in. uzasadnienie dobranej sprzety, jego szczegółowe parametry, kolejność i sposób realizacji robót - w tym kolejność wykonania poszczególnych pali, terminy badania pali.

Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wzmocnienia gruntu oraz terminy i kolejność wykonywania innych robót na obszarach projektowanego wzmocnienia lub do nich przyległych - na spełnienie wymagań dotyczących prawidłowego postępu całości robót na odcinkach przewidywanego wzmocnienia. W szczególności należy skoordynować roboty związane z projektowanymi przepustami i przejściami ekologicznymi, podporami obiektów inżynierskich, istniejącym i projektowanym uzbrojeniem nad- i podziemnym, innymi rodzajami wzmocnień podłoża itp. W projekcie technologicznym należy uwzględnić wyniki uzupełniających badań geotechnicznych oraz wyniki próbnych obciążeń pali testowych.

Projekt Technologiczny wzmocnienia (palowania) powinien zawierać w szczególności:

- opis rodzajów pali i ich przekroju,
- cechy materiałowe i wytrzymałościowe pali (m.in. wymaganą powierzchnię zbrojenia),
- lokalizację wykonanych badań geotechnicznych wraz z ich wynikami (przekroje, parametry geotechniczne i klasy agresywności środowiska gruntowego w miejscu lokalizacji grup pali)
- lokalizację projektowanych oraz istniejących (pozostawionych) instalacji podziemnych w obszarze robót,
- szczegółowy plan rozmieszczenia pali prefabrykowanych, łącznie z ich odpowiednią numeracją, umożliwiającą ich identyfikację na planie i w dokumentacji robót wraz z informacją dotyczącą tolerancji położenia pali,,
- lokalizację pali próbnych oraz pali kotwiących
- opis technologii i charakterystykę sprzętu do pogrążania pali,
- specjalne wymagania dotyczące technologii wykonywania pali (m.in. ich kolejność),

- projektowaną nośność i obciążenia maksymalne pala, na podstawie wykonanych wcześniej próbnych obciążeń,
- długości pali ustalone po wykonaniu próbnych obciążeń pali testowych,
- rzędne wierzchu głowic pali lub/i rzędne rozkucia jeżeli rozkucie głowicy jest wymagane,
- rzędne stóp pali, jeżeli osiągnięcie rzędnej stopy pala jest wymagane,
- zakres zwieńczenia pali,
- tolerancje dla instalacji pala,
- specyfikację materiału do pali i wytyczne zużycia,
- sposób wykonania i warunki kontroli robót.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w dokumentacji geotechnicznej należy, w uzgodnieniu z Projektantem i Inżynierem/Inspektorem Nadzoru, odpowiednio dostosować w Projekcie Technologicznym zasięg koniecznego wzmocnienia oraz liczbę, rozmieszczenie i długości pali.

Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia na nieprzewidziane przeszkody w gruncie w trakcie wykonywania pali.

5.5. Projekt próbnego obciążenia

Wykonawca jest zobowiązany do opracowania projektów technologicznych próbnych obciążeń zgodnie z wymaganiami określonymi w PN-83/B-02482. Przed palowaniem zasadniczym należy wykonać próbne obciążenia na palach testowych, co pozwoli na uszczegółowienie rozwiązań zawartych w projektach technologicznych wzmocnienia podłoża.

Projekt próbnego obciążenia powinien określać:

- rodzaj próbnego obciążenia – statyczne lub/i dynamiczne;
- wymaganą liczbę próbnych obciążeń uwzględniającą wymagania PN-83/B-02482 oraz zmienność warunków gruntowych;
- przekroje i parametry geotechniczne gruntów w miejscu próbnych obciążeń z dokumentacji geotechnicznej,
- lokalizację pali próbnych (testowych);
- rodzaj pali próbnych, ich przekrój i długość,
- ewentualne określenie warunków wykorzystania pali próbnych 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 próbnych i kotwiących (m.in. wymaganą powierzchnię zbrojenia),
- tolerancje położenia oraz rzędne stóp i głowic pali próbnych i kotwiących jeżeli są inne niż określone w projekcie palowania lub PN-83/B-02482,
- projektowaną nośność pala próbnego wg projektu wykonawczego oraz projektowaną wartość próbnego obciążenia;
- ciężar, rodzaj i sposób realizacji ewentualnego balastowania urządzenia do próbnych obciążeń pali;
- warunki przeprowadzenia próbnego obciążenia;
- terminy przeprowadzenia próbnych obciążeń w odniesieniu do daty instalacji pali testowych;

- sposób przeprowadzenia próbnego obciążenia;
- sposób interpretacji wyników próbnego obciążenia.

Projekt próbnego obciążenia podlega akceptacji Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

5.6. Usytuowanie pali

Miejsca wykonania poszczególnych pali wyznacza Wykonawca na podstawie danych zawartych w opracowanym Projekcie Technologicznym, w nawiązaniu do osi podłużnej i niwelety drogi. Punkty wyznaczające usytuowanie według których będą wykonywane pale, powinny być wyznaczone geodezyjnie i oznaczone na gruncie w sposób trwały.

Dokładność wytyczenia środka pala nie powinna przekraczać tolerancji ± 5 cm. W trakcie wyznaczania punktów w terenie należy utrzymywać odległości między liniami pali przewidywane w projekcie (siatka rozstawu), w granicach dopuszczalnej tolerancji położenia. Ostateczną lokalizację pali winien zaakceptować Inżynier/Inspektor nadzoru.

Szkic z podaniem oznaczeń pali (numerowanych dla odpowiedniego protokołowania) oraz ich odległości i wysokości pomiarowych należy włączyć do dziennika wykonania pali. Zaleca się korzystanie z ustaleń WWIORB D.01.01.01 w zakresie niezbędnym do wykonania robót związanych z wytyczeniem pali.

5.7. Wiercenie otworu

Wiercenie otworu odbywa się świdrem ślimakowym, w którego centralnej części znajduje się przewód umożliwiający tłoczenie betonu w czasie formowania pala. Należy zastosować techniki budowlane uwzględniające ewentualne obudowy, umożliwiające ich bezpieczną instalację.

Przed rozpoczęciem wkręcania świda należy sprawdzić jego pionowość i ustawienie w osi pala.

Wiercenie powinno się odbywać w sposób ciągły bez wyciągania świda. Jeżeli jednak w trakcie wiercenia pala konieczne jest wykręcenie świda i ponowne jego wkręcenie, to wymagana głębokość wkręcenia zostanie zwiększona o co najmniej 0,5 m, a fakt ten należy zarejestrować w dokumentacji pala.

Podczas wiercenia posuw i prędkość obrotową świda należy odpowiednio dostosować do warunków gruntowych, tak aby zminimalizować wynoszenie gruntu na powierzchnię terenu. Pale należy wykonywać w takiej kolejności i w taki sposób, aby nie powodować uszkodzenia wcześniej wykonanych pali.

5.8. Betonowanie pala

Mieszkankę betonową należy podawać pod odpowiednim ciśnieniem, centralną rurą rdzeniową świda ślimakowego. Do podawania mieszanki betonowej należy stosować pompy przystosowane do podawania betonu na wysokość odpowiadającą poziomowi przewodu na górze świda, po jego wyciągnięciu z gruntu. Pompowanie masy betonowej powinno odbywać się wg instrukcji opracowanej dla danego urządzenia. Mieszanka musi być podawana do pala z odpowiednim wydatkiem, do którego dostosowana jest prędkość podciągania świda tak, aby powstał ciągły, monolityczny pal o nominalnym przekroju. Formowanie trzonu należy wykonać z pewnym nadładkiem, który usuwa się wraz z przykrywającym go urobkiem wyniesionym na zwojach świda; zabieg służy przygotowaniu trzonu do wciśnięcia zbrojenia.

Rzeczywista średnica pala nie może być mniejsza od średnicy nominalnej świda. Próbkę do badań betonu pobiera się w czasie wprowadzania mieszanki betonowej do pompy. Próbkę należy przygotowywać, przechowywać i badać zgodnie ze M-13.01.01.

Badanie próbek:

- konsystencja – z każdej betonomieszanki,
- wytrzymałość – z każdej partii wykonywanej w danym dniu.

W czasie betonowania, na podstawie oceny urobku wynoszonego na zwojach świdra, należy wykonywać makroskopową ocenę rodzaju gruntów zalegających w podłożu i porównywać je z warunkami gruntowymi podanymi w Dokumentacji Projektowej. W przypadku istotnych niezgodności należy powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora nadzoru i Projektanta.

5.9. Wykonanie i montaż zbrojenia

Zbrojenie, wykonane zgodnie z Projektem Technicznym, wprowadza się w świeżą mieszankę betonową przy użyciu wyciągarki zamontowanej na palownicy lub oddzielnego urządzenia dźwigowego. W przypadku długiego zbrojenia, gdy opory są znaczne, stosuje się wspomaganie pogrążania zbrojenia wibratorem.

Zbrojenie należy wkładać centrycznie i pionowo. Pogrążanie należy zakończyć na poziomie zgodnym projektem technicznym

5.10. Tolerancje wykonawcze

W przypadku, gdy w Dokumentacji Projektowej nie ustalono inaczej, należy stosować następujące tolerancje:

- dla instalacji pali (odchyłki od wartości projektowanych):
 - usytuowanie w planie 10 cm;
 - rzędna głowicy pala 5 cm;
 - rzędna rozkucia głowicy pala ± 3 cm;
 - pochylenie pala $i \leq i_{\max} = 0,04$ (0,04m/m)
- gdzie „i” oznacza tangens kąta między projektowaną, a rzeczywistą osią pala

Geometryczne odchyłki wykonania pali należy uwzględnić w projekcie wykonawczym palowania. Jeżeli określone odchyłki zostaną przekroczone, to należy zbadać zakres możliwego przeciężenia jakiegokolwiek elementu konstrukcyjnego oraz, w razie konieczności, podjąć odpowiednie działania naprawcze. Decyzję w tym zakresie podejmuje Inżynier/Inspektor nadzoru, po uzyskaniu opinii Projektanta.

5.11. Roboty uzupełniające

Przystąpienie do skracania i rozkuwania głowic pali, a także wykonywania dalszych robót należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem nadzoru oraz Wykonawcą odpowiedzialnym za wykonanie pali. Jeżeli roboty te wymagają rozciągnięcia w czasie, należy to uwzględnić przy opracowaniu harmonogramu wykonania robót.

Po zakończeniu palowania, cały teren objęty zakresem wzmocnienia powinien zostać wyrównany i wyprofilowany. Po usunięciu z powierzchni wszelkich zanieczyszczeń należy sprawdzić czy istniejące rzędne terenu umożliwiają uzyskanie, po profilowaniu zaprojektowanych rzędnych podłoża.

Na tak przygotowanej powierzchni należy wykonać roboty związane ze zwieńczeniem głowic pali: płyta żelbetowa lub w przypadku zwieńczenia za pomocą materacy geosyntetycznych - warstwa wyrównawcza i oczepty żelbetowe (wykonywane „na mokro” lub układane prefabrykaty żelbetowe) oraz pozostałe roboty przewidziane w Dokumentacji Projektowej.

5.12. Próbne obciążenie pali żelbetowych prefabrykowanych

5.12.1. Urządzenia do sprawdzania nośności pali w terenie

Urządzenia obciążające powinny zapewniać osiowe wywołanie siły obciążającej wciskającej. Urządzenia lewarowe i czujniki pomiarowe muszą posiadać aktualne świadectwa legalizacji. Przy stosowaniu kilku siłowników powinny być one podłączone do jednej pompy. Pomiaru niwelacyjne powinny być wykonywane niwelatorami precyzyjnymi.

Urządzenia pomiarowe powinny zapewniać otrzymanie wyników dotyczących przemieszczeń z dokładnością do 0,05 mm oraz sił z dokładnością 1 % wartości obciążenia.

5.12.2. Zasady określenia liczby i wyboru miejsca pali próbnie obciążonych

Warunki pracy badanych pali powinny być możliwie najbardziej zbliżone do warunków pracy pali w zaprojektowanych konstrukcjach (zwieńczanych grupowo płytami żelbetowymi lub pojedynczymi prefabrykatami) i siatkach rozstawu. Powinny być one posadowione w gruntach reprezentatywnych na każdym odcinku wzmocnianego podłoża.

Liczba i lokalizacja pali próbnie obciążanych powinna być określona w Projekcie próbnego obciążenia pali uwzględniającym również wymagania Dokumentacji Projektowej (w tym dane dokumentacji geologiczno-inżynierskiej). Jeżeli Dokumentacja Projektowa nie stanowi inaczej to próbnemu obciążeniu, na każdym oddzielnym odcinku wzmocnienia podłoża, należy poddać pale wg zasad pkt 7.2 normy PN-B-02482, przy czym badaniom należy poddać co najmniej 1 pal na każde 300 rozpoczętych pali na danym odcinku wzmocnienia, dla różnych warunków gruntowych (różnych stref geotechnicznych) co najmniej 1 pal dla każdej strefy.

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

W szczególnych przypadkach występowania znacznie zróżnicowanego układu warstw gruntu w obrębie danego obszaru wzmocnienia podłoża, może zachodzić konieczność zwiększenia liczby obciążanych pali w stosunku do liczby przyjętej w Projekcie próbnego obciążenia pali. W takim przypadku, Inżynier/Inspektor nadzoru, po konsultacji z Projektantem, zadecyduje o ostatecznej liczbie pali przeznaczonych do badania.

5.12.3. Wartości obciążeń próbnych

Jeśli w Dokumentacji Projektowej nie podano inaczej, próbne obciążenie pala należy projektować na siły równe jego nośności granicznej lub co najmniej półtorakrotnej wartości nośności obliczeniowej.

5.12.4. Terminy przeprowadzenia próbnych obciążeń pali

Próbne obciążenie pali można przeprowadzić po upływie 30 dni od ich wykonania lub krótszym, jednakże po udokumentowaniu osiągnięcia przez beton wytrzymałości projektowej w palach badanych i kotwiących. Badanie nośności pali wprowadzonych w grunt należy wykonywać w terminach podanych pkt. 7.4 normy PN-B-02482.

5.12.5. Prace przygotowawcze i wymagania wstępne

Pale badane i ewentualne testowe należy wykonać wg zasad i wymagań powyżej. Roboty związane z przeprowadzeniem próbnego obciążenia należy wykonywać zgodnie z Projektem próbnego obciążenia.

Urządzenie do sprawdzenia nośności pali powinno być tak ustawione, aby 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.

Elementy kotwiące powinny być umieszczone w miejscu, gdzie nie będą miały negatywnego wpływu na badany pal. Odległość podpór belki na której opiera się czujnik, od osi pala obciążonego powinna wynosić co najmniej 3,0 m.

Jako bazę pomiarową zaleca się używać belki drewniane z uwagi na mniejsze wpływy zmian termicznych (wynikających np. ze zmiennego nasłonecznienia w trakcie badania). Próbne obciążenie pali należy wykonać wywierając nacisk na pal przy pomocy lewara (podnośnika) hydraulicznego lub ich zestawu o nośności określonej w Projekcie próbnego obciążenia.

5.12.6. Sprawdzenie nośności pali

Zasady pomiaru postępu pali w czasie ich zagłębiania oraz przebieg sprawdzania nośności pali w terenie należy stosować i wykonywać wg pkt 7.5 i 7.8 normy PN-B-02482.

W czasie próbnego obciążenia sporządza się dokumenty z badań, zawierające co najmniej dane zawarte w przykładowych wzorach - załącznikach do PN-B-02482. Wyniki badania przedstawia się w postaci wykresów osiadania pala w funkcji obciążenia i czasu.

5.12.7. Dokumentacja badań nośności pali w terenie

Dokumentacja badań nośności pali winna zawierać:

- plan sytuacyjny z naniesioną siatką palowania i z zaznaczeniem pali próbnie obciążonych oraz naniesioną siatką badawczych otworów wiertniczych i sondowań,
- przekroje geotechniczne z naniesionym położeniem badanych pali i rzędnymi ich głowic i podstaw, opis techniczny budowli i poszczególnych badanych pali,
- dzienniki wykonywania pali próbnych,
- zestawienie wyników pomiarów wstępnych, obejmujących rzędne głowicy pala przed przystąpieniem do obciążeń próbnych i wskazanie czujników (początkowe),
- protokół próbnego obciążenia pali,
- dziennik osiadania (podnoszenia) pala,
- wykres osiadania (podnoszenia, przesunięcia) pala w funkcji obciążenia i w funkcji czasu.

5.12.8. Analiza wyników

Po wykonaniu próbnego obciążenia pali należy dokonać analizy wyników, ocenić przydatność i jakość pali badanych i ewentualnych pali kotwiących oraz wpływ badań na pozostałe pale przewidziane do instalacji.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót

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

Badania należy wykonywać zgodnie z normami podanymi w niniejszym SST.

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru
- badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych i/lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

Pomiary obejmują terenową weryfikację zrealizowanych robót.

6.2. Badania i pomiary Wykonawcy

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzania na bieżąco badań i pomiarów w celu sprawdzania czy jakość wykonanych Robót jest zgodna z postawionymi wymaganiami.

Badania i pomiary powinny być wykonywane z niezbędną starannością, zgodnie z obowiązującymi przepisami i w wymaganym zakresie. Badania i pomiary Wykonawca powinien wykonywać z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań dotyczących jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano to w SST. Wyniki badań będą dokumentowane i archiwizowane przez Wykonawcę. Wyniki badań Wykonawca jest zobowiązany przekazywać Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru.

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

- nie mniejszy niż wskazano w nim określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów,
- nie mniejszy niż zakres i częstotliwość badań i pomiarów kontrolnych określony w niniejszym SST.

6.3. Badania i pomiary kontrolne

Badania i pomiary kontrolne są zlecane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a których celem jest sprawdzenie, czy jakość zastosowanych materiałów oraz zakończonych robót spełniają wymagania określone w kontrakcie.

Pobieraniem próbek, wykonaniem badań i pomiarów na miejscu budowy zajmuje się Laboratorium Zamawiającego/Inżynier/Inspektor Nadzoru przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli Wykonawcy. Zamawiający decyduje o wyborze Laboratorium Zamawiającego.

6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe

W wypadku uznania, że jeden z wyników badań lub pomiarów kontrolnych nie jest reprezentatywny dla ocenianego odcinka budowy, strony kontraktu mogą wystąpić o przeprowadzenia badań lub pomiarów kontrolnych dodatkowych. Badania kontrolne dodatkowe są wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego.

Strony Kontraktu decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy tzn. dziennej działki roboczej. Jeżeli odcinek częściowy przyporządkowany do badań kontrolnych nie może być jednoznacznie i zgodnie wyznaczony, to odcinek ten nie powinien być mniejszy niż 20% ocenianego odcinka budowy.

6.5. Badania i pomiary arbitrażowe

Badania i pomiary arbitrażowe są powtórzeniem badań lub pomiarów kontrolnych i/lub kontrolnych dodatkowych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera/Inspektora Nadzoru, Zamawiającego lub Wykonawcy (np. na podstawie własnych badań).

Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje się na wniosek strony kontraktu. Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje bezstronne, akredytowane laboratorium (w tym inne laboratorium GDDKiA), które nie wykonywało badań lub pomiarów kontrolnych, przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli stron.

W przypadku wniosku Wykonawcy zgodę na przeprowadzenie badań i pomiarów arbitrażowych wyraża Inżynier/Inspektor Nadzoru po wcześniejszej analizie zasadności wniosku. Zamawiający akceptuje laboratorium, które przeprowadzi badania lub pomiary arbitrażowe.

6.6. Informacje porządkowe

Każdy oddzielny odcinek wzmocnienia podłoża wskazany w Dokumentacji Projektowej podlega odrębnej kontroli w pełnym zakresie. Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi/ Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca sporządza, a Inżynier/Inspektor nadzoru zatwierdza "Plan zapewnienia jakości". Monitorowanie wykonuje się wg opracowanej przez Wykonawcę instrukcji technologicznej w zakresie zgodnym z PN-EN 1536 i uzgodnionej z Inżynierem/Inspektorem nadzoru.

Badania, w trakcie formowania pala, polegają na sprawdzaniu zagłębienia świdra w grunt, ilości i ciśnienia mieszanki betonowej włączanej do otworu oraz prędkości podciągania świdra.

W czasie wbudowywania zbrojenia sprawdza się głębokość opuszczenia i współosiowość usytuowania w trzonie pala.

Jakość robót palowych ocenia się na podstawie obserwacji przebiegu ich wykonania, zgodności z Dokumentacją Projektową, SST i zaakceptowanym sposobem wykonania, zapisów w dzienniku wykonania pali i ewentualnych zapisów w dzienniku budowy, zgodności wbudowanych materiałów, wyników pomiarów geodezyjnych, wyników badań rutynowych i dodatkowych badań zleconych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru oraz na podstawie próbnych obciążeń.

Wszystkie dokumenty stanowiące podstawę oceny robót powinny być przedłożone do odbioru robót, a wskazane przez Inżyniera/Inspektora nadzoru powinny być dołączone do dokumentacji odbiorczej.

Całość robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża palami przemieszczeniowymi należy dokumentować. Wykonawca na bieżąco winien rejestrować wszystkie niezbędne dane dotyczące wykonania robót i umieszczać je w dzienniku wykonania pali. Załącznikiem do tego dziennika powinien być szkic rzeczywistego rozmieszczenia pali oraz metryki pali. Dienne zestawienia zbiorcze wykonanych pali muszą być na bieżąco potwierdzane przez Inżyniera/Inspektora nadzoru. Formę dziennika wykonania pali (opracowaną w oparciu o pkt. 10 normy PN-EN 12699) zaproponuje Wykonawca i uzgodni to z Inżynierem/Inspektorem nadzoru. Wypełnione treścią dokumenty powinny być datowane i potwierdzone podpisami osób uczestniczących w procesie wykonawczym: bezpośrednio (brygadzysta, mistrz), kierującą (np. Kierownik Robót) oraz kontrolującą (np. Inspektor Nadzoru). Sprawdzanie oddziaływania robót na sąsiednie obiekty budowlane i infrastrukturę polega na monitorowaniu zasięgu rozprzestrzeniania się drgań, efektywności zastosowanych przez Wykonawcę niezbędnych zabezpieczeń oraz porównaniu stanu tych obiektów po wykonaniu robót ze zinwentaryzowanym ich stanem technicznym poprzedzającym roboty. Położenie głowicy pala i osi zbrojenia pali należy sprawdzać przez pomiary przymiarem z podziałką centymetrową i niwelatorem.

Na wniosek Inżyniera/Inspektora Nadzoru, badania pali oraz analizę i opracowanie wyników, może wykonać wyspecjalizowana jednostka badawcza niezależna od Wykonawcy robót. Wykonawca obiektu zobowiązany jest do współpracy z tą jednostką w zakresie wykonania prac związanych z montażem i demontażem urządzeń badawczych, pomostów roboczych, dostępu do pali itp.

6.7. Kontrola przygotowania wykonania pali wierconych

Kontrola przygotowania wykonania pali wierconych obejmuje:

- sprawdzenie przygotowania terenu (w przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykopane ręcznie),
- usytuowanie pali,
- warunki gruntowe,
- sprawdzenie platformy roboczej oraz wyznaczenie i przekazanie do wiadomości Inżyniera/Inspektora nadzoru rzędnej platformy roboczej, stanowiącej podstawę do określenia długości pali zgodnie z punktem 7 niniejszych SST,
- beton przygotowany do wykonania pali oraz warstwy wyrównawczej i oczepów zwieńczających, który powinien być zgodny z wymaganiami określonymi w punkcie 2 niniejszych SST; jakość i dostawa betonu musi być potwierdzona odpowiednimi świadectwami i dokumentami producenta,

- zbrojenie pali oraz oczepów zwieńczających, które powinno być zgodne z wymaganiami określonymi w punkcie 2 niniejszych SST; jakość i dostawa stali musi być potwierdzona odpowiednimi świadectwami i dokumentami producenta,
- wrywkową kontrolę tyczenia pali w losowo wytypowanym rejonie sprawdzania (porównanie planu palowania ze stanem wytyczonym),
- sprawdzenie zgodności prowadzenia robót z wytycznymi technologicznymi określonymi w Projekcie Technologicznym,
- wrywkową kontrolę wskazań pomiaru głębokości penetracji świdra przemieszczeniowego (lub rury obsadowej) w podłożu na podstawie porównania odczytu rejestratora z głębokością zmierzoną taśmą pomiarową wzdłuż żerdzi świdra (lub rury),
- tolerancje wymiarów pali,
- badania specjalne np. próbne obciążenia pala, badania ciągłości pali.

Wykonawca w czasie robót rejestruje wszystkie niezbędne dane, dotyczące wykonania pali i umieszcza je w metrykach wykonania pali.

6.8. Kontrola materiałów

Kontrola wykonywana wg zasad określonych w Projekcie i w pkt. 2 niniejszej SST.

6.9. Kontrola robót i ich zgodności z Dokumentacją Projektową

Kontrolę należy prowadzić w trakcie robót, sprawdzając rozstaw otworów i ich głębokości, oraz rejestrując parametry techniczne formowania pali.

Kontrola wykonanych pali wierconych obejmuje:

- sporządzenie metryk pali, które powinny obejmować:
 - Datę wykonania
 - Numer pala (zgodny z oznaczeniem na rysunku powykonawczym),
 - Średnica wiercenia i uformowania pala,
 - Rzędna głowicy pala,
 - Rzędna podstawy pala,
 - Głębokość otworu,
 - Rodzaj mieszanki betonowej (numer recepty),
 - Objętość wtłoczonego betonu,
 - Rodzaj i długość wprowadzonego zbrojenia
 - Ciśnienie mieszanki betonowej w trakcie formowania pala.
- gromadzenie na nośniku cyfrowym (płyta CD, DVD) metryk wykonania pali, w zakresie zgodnym z wymaganiami niniejszych WWIORB, przy czym rejestracją automatyczną należy objąć co najmniej 90% wszystkich wykonanych pali,
- kontrolę wytrzymałości materiału pali,
- geodezyjną kontrolę liczby i lokalizacji pali, zgodnie z wymaganiami określonymi w punkcie 5.10 niniejszych WWIORB.
- badania ciągłości pali z wykorzystaniem niskoenergetycznych metod sejsmicznych (SIT, PIT) zgodnie z wymaganiami określonymi w punkcie 6.11.

W/w parametry, jak również raporty dzienne z prowadzonych robót należy odnotowywać w prowadzonym na bieżąco Dzienniku Prac Palowych.

6.10. Kontrola wytrzymałości betonu

Podczas formowania pali należy pobrać próbki mieszanki betonowej. Próbki do badań należy pobrać zgodnie z PN-EN 12350-1 i pielęgnować zgodnie z PN-EN 12390-2. Badanie wytrzymałości na ściskanie należy na próbkach betonu w wieku 28 dniach wg PN-EN 12390-3.

Z losowo wybranej dostawy mieszanki betonowej należy uformować 4 normowe, sześciennie (15x15x15 cm) próbki betonu stanowiące serię. Kontroli należy poddać:

- nie mniej niż trzy serie kostek, do 100 wykonanych pali,
- 1 seria kostek na 50 pali dla pierwszych 200 wykonanych pali,
- 1 seria kostek na 100 pali dla powyżej 200 wykonanych pali

Próbki betonu należy przechować na budowie przez okres 16÷72h zabezpieczone przed utratą wilgotności. Następnie próbki należy przesłać do uprawnionego laboratorium badawczego, gdzie po zakończeniu procesu twardnienia, tj. po 28 dniach przeprowadzone zostanie badanie wytrzymałości próbek na ściskanie. Wymagana klasa betonu określona w Projekcie Technologicznym jednak nie mniejsza niż C25/30.

6.11. Badania ciągłości trzonu pala

Na polecenie Inżyniera/Inspektora nadzoru, na palach przez niego wskazanych, w celu dokonania kontroli ciągłości trzonu pala należy wykonać specjalistyczne badania polegające na rejestracji i analizie fali naprężeń o niskiej wartości, wywołanej uderzeniem specjalnego młotka w głowicę pala.

Badania ciągłości powinny być przeprowadzone przez niezależną jednostkę badawczą, posiadającą odpowiednie przygotowanie i wiedzę z zakresu interpretacji wyników. Wykonawca tych badań podlega akceptacji przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

Nie wymaga się badania ciągłości pali w obudowie lub okładzinie.

Przy palach przeznaczonych do badań nie wolno wykonywać żadnych prac do czasu otrzymania rezultatów badań. Wyniki badań ciągłości wraz z ich interpretacją należy przekazać Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru w postaci operatu.

W przypadku gdy w trakcie wykonywania badań stwierdzona zostanie nieciągłość, Wykonawca przeprowadzi dodatkowe badania ciągłości na sąsiednich palach wskazanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru. Ponadto w takiej sytuacji Wykonawca jest zobowiązany do naprawienia wady na własny koszt, w oparciu o zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora nadzoru/Zamawiającego program naprawczy.

6.12. Kontrola wykonania próbnego obciążenia

Kontrola polega na sprawdzeniu zgodności przebiegu próbnego obciążenia z Projektem próbnego obciążenia i wymaganiami niniejszej SST pod względem:

- jakości użytych materiałów,
- jakości użytego sprzętu do wywołania sił, jakości sprzętu pomiarowego,
- prawidłowości przeprowadzenia próbnego obciążenia, prawidłowości przeprowadzenia pomiarów,
- kompletności wypełnienia wszystkich wymaganych dokumentów.

6.13. Tolerancje wykonania

Wymagana jest następująca tolerancja wykonania pali:

- rozstaw pali: ± 10 cm,
- głębokość formowania pali: - 10 cm (tolerancji dodatniej nie ogranicza się).

6.14. Weryfikacja materaca geosyntetycznego.

Przed położeniem materaca geosyntetycznego należy podłoże wyrównać z dokładnością 2,5% (dopuszczalna różnica 25cm na 10m). Weryfikacja geotkaniny polega na sprawdzeniu odpowiednich certyfikatów na materiał użyty do produkcji oraz wizualnego sprawdzenia poprawności ułożenia geotkanin w miejscach docelowych.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Zasady obmiaru robót

Pole powierzchni wzmocnienia podłoża gruntowego palami CFA obmierza się jako iloczyn pola powierzchni wzmacnianej przez jeden pal. Pole powierzchni wzmacnianej zgodnie z projektem technologicznym wzmocnienia podłoża gruntowego.

Pole powierzchni wzmocnienia gruntowego matercem geosyntetycznym obmierza się jako rzut materaca geosyntetycznego w planie. Pole powierzchni materaca zgodnie z projektem technologicznym

8. ODBIÓR ROBÓT

.1 Odbiór robót wzmocnienia podłoża wzmacnianego metodą pali PP

Po wykonaniu pali, sprawdzeniu ich nośności, należy zbadać platformę roboczą w następujący sposób:

Do określenia modułu E_2 proponuje się wykorzystać badanie statyczną płytą VSS (o średnicy 300mm). Jako alternatywę dopuszcza się również wykonywanie badań płytą dynamiczną i określenie modułu dynamicznego E_{VD} skorelowanego z modułem odkształcenia E_2 . Badania płytą dynamiczną mogą być dopuszczone jedynie za zgodą Inżyniera po wcześniejszym wykonaniu korelacji badania płytą dynamiczną i statyczną (w obecności Inżyniera). Stworzone korelacje przeliczeniowe powinny być weryfikowane w trakcie prowadzenia prac uwzględniając zmienne warunki geotechniczne.

Ustala się 3 badania na 1000 m².

Zagęszczenia warstw nasypu zalegającego bezpośrednio nad platformą roboczą, należy prowadzić zgodnie z wymaganiami specyfikacji technicznej robót ziemnych oraz stosownymi Normami.

Platformę roboczą uznaje się za wykonaną poprawnie, gdy moduł E_2 mierzony jedną z metod wymienionych powyżej będzie wynosił 45MPa.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Cena 1 m² robót podstawowych wykonania wzmocnienia podłoża obejmuje :

- opracowanie projektu wykonawczego wzmocnienia podłoża wraz z niezbędnymi uzgodnieniami, pozwoleniami i opiniami,
- opracowanie przedmiaru robót, a w nim określenie dla każdej sekcji obliczeniowej powierzchni i średniej obliczeniowej głębokości wzmocnienia,
- wykonanie poletek próbnych z odpowiednimi badaniami i pomiarami, które potwierdzą założenia projektowe i skuteczność przyjętej technologii,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,

- prace pomiarowe i wszystkie roboty przygotowawcze,
- wszystkie roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- roboty zasadnicze związane z daną technologią wzmocnienia podłoża,
- opracowanie obmiaru robót i określenie dla każdej sekcji powierzchni wzmocnienia
- monitoring deformacji nasypu i innych pomiarów w okresie wykonywania wzmocnienia podłoża do czasu wystawienia świadectwa wykonania,
- kontrolę jakości wykonanych robót,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu,
- pomiary powykonawcze wraz z opracowaniem dokumentacji powykonawczej.

9.2 Sposób rozliczenia końcowego.

Sposób rozliczenia wykonawcy wzmocnienia podłoża przedstawi w oddzielnym dokumencie podlegającym zatwierdzeniu przez Zamawiającego.

9.1. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszymi SST 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, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
2. PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
3. PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar
4. PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentacja geotechniczna. Zasady ogólne
5. PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych
6. PN-78/B-02483 Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania
7. PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
8. PN-EN 1536 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone
9. PN-EN 206+A1:2016 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
10. PN-EN 12699 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
11. PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej – Część 1: Pobieranie próbek
12. PN-EN 12390-2 Badania betonu – Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
13. PN-EN 12390-3 Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań

14. PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
15. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczenie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
16. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczenie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu
17. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Analiza chemiczna.
18. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczenie gęstości ziarn i nasiąkliwości
19. PN-B-06714-34:1991 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej
20. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
21. PN-EN 10025-1 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Warunki techniczne dostawy
22. PN-EN 10210 (wszystkie części), Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych
23. PN-EN 10219 (wszystkie części), Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych
24. PN-EN 10248 (wszystkie części), Grodzice walcowane na gorąco ze stali niestopowych
25. PN-EN 10249 (wszystkie części), Grodzice kształtowane na zimno ze stali niestopowych
26. PN-EN 12620, Kruszywa do betonu
27. PN-EN 12794, Prefabrykaty betonowe - Pale fundamentowe
28. PN-EN 13670, Wykonywanie konstrukcji betonowych

10.2. Inne dokumenty

1. Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM. Warszawa 2002.
2. Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych – GDDP – 1997
3. Zał. 1 do Zarządzenia nr 23 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 7 czerwca 2018r, Zał. 1 – Instrukcja badania reaktywności kruszyw metodą przyspieszoną w 1 N roztworze NaOH w temperaturze 80°C, Zał.2 – Instrukcja badania reaktywności kruszyw w temperaturze 38°C według ASTM C1293/RILEM AAR-3.