

M-11.00.00. FUNDAMENTOWANIE

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z fundamentowaniem obiektów inżynierskich w związku z rozbudową drogi wojewódzkiej nr 801 polegającej na rozbiórce istniejącego mostu i budowie nowego obiektu inżynierskiego w km 19+395 drogi wojewódzkiej nr 801 nad rzeką Świder w miejscowościach Józefów i Otwock wraz z dojazdami w niezbędnym zakresie.

1.2. Zakres stosowania SST

SST jest stosowana jako dokument kontraktowy przy realizacji Robót wymienionych w pkt.1.1.

1.3. Zakres robót objętych SST

W zakres robót objętych SST wchodzi roboty fundamentowe dla wszystkich obiektów inżynierskich budowanych w ramach realizacji zadania wymienionego w pkt. 1.1.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej SST są zgodne z obowiązującymi polskimi normami podanymi w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” , pkt 1.4

1.4.1. Ścianka szczelna (grodzica) - konstrukcja pomocnicza lub część składowa budowli, używana w celu zabezpieczenia stateczności ścian wykopów oraz w celu odgradzenia się od wody gruntowej napływającej do wykopu.

1.4.2. Wykop średni - wykop, którego głębokość jest zawarta w granicach od 1 do 3 m

1.4.3. Wykop głęboki - wykop o głębokości przekraczającej 3 m

1.4.4. Wilgotność optymalna gruntu - wilgotność, przy której grunt ubijany w sposób znormalizowany uzyskuje maksymalną gęstość objętościową

1.4.5. Wskaźnik różnoziarnistości - wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona wg wzoru:

$$U = D_{60}/d_{10}$$

gdzie:

d_{60} - średnica zastępcza oczek sita, przez które przechodzi 60 % masy gruntu [mm]

d_{10} - średnica zastępcza oczek sita, przez które przechodzi 10 % masy gruntu [mm]

1.4.6. Wskaźnik zagęszczenia gruntu - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru:

$$I_s = \rho_d / \rho_{ds}$$

ρ_d - gęstość objętościowa szkieletu gruntu w nasypie, określona wg BN-77/8931-12, w gramach na centymetr sześcienny,

ρ_{ds} - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntu zagęszczonego wg PN-B-04481, w gramach na centymetr sześcienny.

1.4.7. Pal przemieszczeniowy - pal, który jest zagłębiony w grunt bez wiercenia lub usuwania urobku, z wyjątkiem zabiegów ograniczających wysadzinę, drgania, usuwania przeszkód lub ułatwiania zagłębiania

1.4.8. Pal wbijany - Pal, który jest zagłębiony w grunt przez wbijanie, przy czym grunt jest przemieszczany przez pal lub rurę obsadową.

1.4.9. Pal prefabrykowany - pal lub element pała, który jest wykonywany przed zagłębieniem jako jeden odcinek lub z kilku odcinków.

1.4.10. Pal wiercony - pal formowany, z rurą osłonową lub bez niej, przez wykopanie lub wywiercenia otworu w gruncie i wypełnienie go betonem lub żelbetem.

1.4.11. Pal próbny - pal wykonany w trakcie opracowywania dokumentacji technicznej obiektu w celu zbadania jego nośności lub wypróbowania metody budowy.

1.4.12. Próbne obciążenie statyczne pala-próbné obciążenie, w którym pal jest poddany działaniu, na jego głowicę, przewidzianych sił osiowych i/lub bocznych w celu analizy jego nośności.

1.4.13. Próbne obciążenie stopniowane pala - próbne obciążenie statyczne, podczas którego pal próbny jest obciążany siłą zwiększaną stopniowo, utrzymywaną przez określony czas, albo aż przemieszczenia pala praktycznie zanikną lub osiągną przewidywaną granicę.

1.4.14 . Pale typu Franki - pale formowane w gruncie o średnicy od 0,4 do 0,6 m metodą zagłębiania rury obsadowej za pomocą ciężkich ubijaków oraz suchego betonu wykorzystującą siłę tarcia pomiędzy suchym betonem, a rurą obsadową. Pale te w części dolnej posiadają poszerzoną podstawę pala (stopa pala),

1.4.15. Pale CMC - pionowe kolumny z betonu o małym module sprężystości (bez zbrojenia) formowane metoda świdra przemieszczeniowego, wzmacniające słabe podłoże gruntowe.

1.4.16. Pale CFA (Continous Flight Auger) są 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 uzbrojenie w postaci szkieletu z prętów lub profil walcowany.

1.4.17. Pal żelbetowy (betonowy) Screwsol - pal przemieszczeniowy, uformowany z mieszanki betonowej o konsystencji płynnej, wykonany metodą świdra przemieszczeniowego. Charakteryzuje się całkowitym przemieszczeniem gruntu do całkowitej średnicy żerdzi i zwojów świdra. Specjalne ukształtowanie zwojów umożliwia wkręcenie świdra na wymaganą głębokość, a cylindryczny kształt żerdzi powoduje rozepchnięcie i przemieszczenie przewiercanego gruntu. Na końcu zwojów zainstalowany jest dodatkowy frez formujący gwintowaną powierzchnię pala. Po wwierceniu na projektowaną głębokość i rozpoczęciu betonowania utrzymywana jest rotacja do przodu. W dolnej części świdra frez wycina w gruncie gwint, dla tak formowanego pala określa się średnicę wewnętrzną równą średnicy trzonu pala i średnicę zewnętrzną równą średnicy okręgu opisanego na zewnętrznych wierzchołkach gwintu. Po wyciągnięciu świdra w świeżą mieszankę betonową wciskane jest uzbrojenie w postaci szkieletu z prętów lub profil walcowany. Pale wykonuje się pionowe i ukośne, najczęściej o średnicach (wewnętrznej/zewnętrznej) 330/500 mm 450/600 mm. oraz 530/700 mm.

1.4.18. Pale typu franki - pale formowane w gruncie o średnicy od 0,4 do 0,6 m metodą zagłębiania rury obsadowej za pomocą ciężkich ubijaków oraz suchego betonu wykorzystującą siłę tarcia pomiędzy suchym betonem, a rurą obsadową. Pale te w części dolnej posiadają poszerzoną podstawę pala (stopa pala),

1.4.18. Pal przemieszczeniowy - pal, który jest zagłębiony w grunt bez wiercenia lub usuwania urobku, z wyjątkiem zabiegów ograniczających wysadzinę, drgania, usuwania przeszkód lub ułatwiania zagłębiania

1.4.19. Pal wiercony - pal formowany, z rurą osłonową lub bez niej, przez wykopanie lub wywiercenia otworu w gruncie i wypełnienie go betonem lub żelbetem

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.2. Materiały z wykopów

Grunty uzyskane przy wykonywaniu wykopów powinny być przez Wykonawcę wykorzystane w maksymalnym stopniu do zasypek wykopów. Grunty przydatne do wykonania zasypek mogą być wywiezione poza plac budowy tylko wówczas, gdy stanowią nadmiar objętości robót ziemnych albo na polecenie lub za zezwoleniem Inżyniera. Wtedy grunt ten stanowi własność Wykonawcy.

Grunty i materiały nieprzydatne do wykonania zasypek lub wykonania nasypów stanowią własność Wykonawcy i powinny być wywiezione na składowisko odpadów i zutyliczowane.

2.3. Ścianki szczelne

Do wykonania ścianek szczelnych należy stosować grodzice walcowane na gorąco wg PN-EN 10248 lub inne przekroje, oznakowane znakiem CE lub znakiem B.

Konkretny rodzaj profilu stalowego (producenta), długość ścianek oraz sposób zakotwienia grodzic określi Wykonawca w projekcie roboczym. Grodzice, które były już wbijane mogą być stosowane, jeżeli spełniają założenia projektu roboczego w odniesieniu do rodzaju, wymiaru i jakości grodzicy i gatunku stali.

2.4. Materiał do zasypki wykopów i wykonywania nasypów

2.4.1. Wymagania ogólne

Do wykonywania zasypek wykopów oraz wykonywania nasypów należy stosować grunt:

- niezanieczyszczony odpadami chemicznymi, ani materiałami agresywnymi w stosunku do betonu
- niezamarznięty, nie przemieszany ze śniegiem i lodem
- o zawartości części organicznych <2%

Pod względem przydatności grunty na nasypy i do zasypywania wykopów powinny spełniać wymagania PN-S-02205:1998.

2.4.2. Grunt do zasypywania fundamentów podpór w gruntach spoistych

Do zasypywania fundamentów podpór wykonywanych w gruntach spoistych należy stosować grunt rodzimy lub inny grunt o podobnych właściwościach jak grunt pochodzący z wykopu, o właściwościach jak w pkt.2.4.1., przy czym granica płynności gruntów spoistych badana wg PN-88/B-04481 powinna <60%.

2.4.3. Grunt do zasypywania fundamentów podpór w gruntach niespoistych, wykonywania nasypów i wymiany gruntu

Do zasypywania fundamentów w gruntach niespoistych, wykonania stożków przyczółków, nasypów za przyczółkami i wymiany gruntu należy stosować grunt spełniający wymagania podane w pkt.2.4.1. i:

- niespoisty, przy czym:
 - średnica ziaren gruntu w nasypach powinna <200 mm,
 - średnica ziaren gruntu do zasypywania wykopów filarów powinna <100 mm
 - zawartość cząstek <0,075 mm powinna być <15%
 - zawartość cząstek <0,05 mm powinna być <8% wagowo
 - zawartość cząstek <0,02 mm powinna być <3%
- niewysadzinowy wg PN-S-02205
- o wskaźniku różnoziarnistości $U > 5$ dla warstw górnych i $U > 3$ dla warstw dolnych
- dobrze zagęszczalny o $p_{ds} > 1,6 \text{ g/cm}^3$
- $k_{10} > 6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Zasypki wykopów na instalacje (np. rury kanalizacyjne w gruncie) do wysokości 30 cm powyżej wysokości przewodu lub jego obudowy należy zasypywać gruntem piaszczystym lub mieszanką kruszyw o ziarnach nie większych niż 20 mm.

Trudno dostępne miejsca przestrzeni zasypywanej mogą być wypełnione gruntem stabilizowanym cementem lub betonem C8/10.

W przypadku wymiany gruntu spoistego pod fundamentami obiektów inżynierskich na grunt niespoisty należy zastosować geowłókninę separacyjną, dla której producent określa przeznaczenie zgodnie z powyższym.

2.5. Materiały do wykonania wzmocnienia gruntu

Do wzmocnienia gruntu pod posadowienie obiektów inżynierskich należy stosować materiały zgodne z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. 2022 poz. 1518), dla których Wykonawca przedstawi deklarację zgodności z odpowiednią Normą lub aprobatą techniczną. Sposób przyjętego wzmocnienia gruntu musi uzyskać akceptację Inżyniera.

2.6. Pale przemieszczeniowe

Materiały do wykonania pali przemieszczeniowych powinny być zgodne z dokumentacją projektową oraz projektem technologicznym palowania zatwierdzonym przez Inżyniera. Do betonu w palach stosowanych w gruntach wykazujących agresywność w stosunku do betonu dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu portlandzkiego czystego (bez dodatków) o wysokiej odporności na siarczan (HSR).

2.7. Pale wielkośrednicowe formowane w gruncie

2.7.1. Materiały do wykonania pala

Stal zbrojeniowa powinna spełniać wymagania podane w SST M-12.01.00.

Składniki mieszanki betonowej powinny spełniać wymagania SST M-13.01.00 z możliwością zastosowania kruszywa z zastrzeżeniem kategorii przekruszenia C_{NR} oraz odporności na rozdrabnianie LA_{30} przy mrozoodporności F_2 .

- a) Ilość cementu nie powinna być mniejsza niż 325 kg/m^3 dla betonu układanego na sucho i 375 kg/m^3 dla betonu układanego pod wodą,
- b) Konsystencję mieszanki betonowej należy dostosować do metody jej układania. Pomiar spadku konsystencji mieszanki betonowej w funkcji czasu oraz początek i koniec czasu wiązania, a także jej urabialność należy ustalić empirycznie na etapie opracowania i zatwierdzania recepty betonowej. Orientacyjne wartości opadu stożka wynoszą:
 - dla betonu układanego na sucho - opad stożka $130 \text{ mm} < H < 180 \text{ mm}$,
 - dla betonu układanego pod wodą przez rurę wlewową (metoda kontraktor) lub betonu pompowanego $H > 160 \text{ mm}$,
 - dla betonu układanego pod wodą przez rurę wlewową (metoda kontraktor) w cieczy stabilizującej $H > 180 \text{ mm}$,
- d) wskaźnik wodno-cementowy $w/c < 0,6$,
- e) Nie dopuszcza się transportowania i wbudowywania w pale mieszanek bez dodatków opóźniających wiązanie.
- f) Ilość środków plastyfikujących i opóźniających wiązanie należy tak dobrać, aby początek czasu wiązania cementu rozpoczął się po wbudowaniu mieszanki w otwór i wyciągnięciu rur obsadowych, tj. po okresie min. 3 godzin,
- g) Wodoszczelność betonu powinna wynosić co najmniej W_6 ,
- h) zawartość powietrza w mieszance betonowej nie powinna przekraczać 2%,
- i) Nie wymaga się badania mrozoodporności betonu,
- j) Nie wymaga się badania nasiąkliwości betonu.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

Wybór sprzętu do wykonania robót związanych niniejszymi SST należy do Kierownika Budowy. Jakikolwiek sprzęt, rusztowania, maszyny lub narzędzia nie gwarantujące wymagań jakościowych Robót i bezpieczeństwa zostaną przez Inżyniera zdyskwalifikowane i nie zostaną dopuszczone do Robót.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 4.

Materiały powinny być przewożone odpowiednimi środkami transportu zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Wybór sposobu transportu i wybór środków transportu należą do Kierownika Budowy z zastrzeżeniem, że transport wyrobów oraz materiałów przeznaczonych do wbudowania i

wykonywania Robót nie może powodować zanieczyszczenia, obniżenia ich jakości, uszkodzeń lub trwałych odkształceń.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 5.

Roboty ziemne powinny być wykonane zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami technicznymi wykonania i badania określonymi w normie PN-B-06050:1999.

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca jest zobowiązany do porównania faktycznego poziomu terenu z rzędnymi przyjętymi w dokumentacji projektowej. Jakiegokolwiek odstępstwa od dokumentacji powinny być odnotowane w Dzienniku Budowy i potwierdzone przez Inżyniera. Będzie to podstawą do wniesienia poprawek do ilości robót w Księdze Obmiaru.

5.2. Dokumentacja technologiczna

Wykonawca przed przystąpieniem do Robót przedstawi Inżynierowi do akceptacji Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości dla Robót (PZJdR) uwzględniające wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty.

W Projekcie Technologii i Organizacji Robót wykonawca zawrze m.in.:

- sposób zabezpieczenia wykopów (w tym projekt ścianek szczelnych)
- sposób rozparcia, zakotwienia, zwieńczenia ścianki, zagwarantowania nieodkształcalności w trakcie jej użytkowania
- projekt odwodnienia wykopów
- sposób zabezpieczenia sąsiednich budowli przed szkodliwymi skutkami wbijania ścianek szczelnych
- projekt niezbędnych stanowisk roboczych (platform, placów, pomostów), urządzeń towarzyszących
- projekt technologiczny palowania zawierający m.in: wymiary pala, zbrojenie, cechy materiałowe pala, wartości parametrów geotechnicznych gruntów pod podstawą pali i wzdłuż pobocznicy, poziomy piezometryczne wód gruntowych, rzędne podstawy i wierzchu pali, zagłębienie w warstwę nośną, obciążenie obliczeniowe oraz wymaganą nośność osiową i boczną pali, projekt sprawdzenia nośności pali w terenie

5.3. Urządzenia i materiały nieprzewidziane w dokumentacji projektowej

- a) W przypadku natrafienia, w trakcie wykonywania robót ziemnych, na wykopaliska archeologiczne, należy powiadomić o tym Inżyniera. Roboty powinny być wstrzymane do czasu podjęcia przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków odpowiednich decyzji.
- b) W przypadku natrafienia w czasie wykonywania wykopu, na głębokości posadowienia fundamentu, na grunt o nośności mniejszej od przewidzianej w dokumentacji projektowej oraz w razie natrafienia na kurzawkę, roboty ziemne należy przerwać i powiadomić Inżyniera w celu ustalenia odpowiednich zabezpieczeń.
- c) Jeżeli na terenie robót ziemnych napotyka się na materiały niebezpieczne Wykonawca powinien natychmiast powiadomić o tym Inżyniera. Wykonawca powinien podjąć wszelkie środki w celu bezpiecznego przekazania i składowania takich materiałów po konsultacji z odpowiednimi służbami.
- d) Jeżeli na terenie robót ziemnych zostanie stwierdzone występowanie urządzeń podziemnych nie przewidzianych w dokumentacji projektowej (instalacje wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłne, gazowe, elektryczne), wówczas roboty należy przerwać, powiadomić Inżyniera, a dalsze prace prowadzić po uzgodnieniu trybu postępowania z instytucjami sprawującymi nadzór nad tymi urządzeniami.

5.4. Wykonywanie robót ziemnych w warunkach obniżonych temperatur

W przypadku konieczności wykonywania robót ziemnych w okresie obniżonych temperatur, roboty te należy wykonywać w sposób określony w opracowaniu Instytutu Techniki Budowlanej pt.

„Wytyczne wykonywania robót budowlano-montażowych w okresie obniżonych temperatur”. Przez pojęcie "obniżonej temperatury" należy rozumieć temperaturę otoczenia niższą niż +5°C.

5.5. Kontrola warunków gruntowo-wodnych w trakcie wykonywania robót

W trakcie robót Wykonawca jest zobowiązany do ciągłej kontroli warunków gruntowo-wodnych (stanu i rodzaju gruntu, poziomu i cech wody gruntowej) i porównywania ich z dokumentacją projektową. Przyjęte w dokumentacji warunki gruntowo-wodne muszą być potwierdzone na miejscu budowy przez

uprawnionego geologa. Niezgodność właściwości gruntu wydobywanego z danymi zawartymi w dokumentacji projektowej powinna być odnotowana w Dzienniku Budowy.

W trakcie funkcjonowania odwodnienia należy za pomocą właściwych metod analizować wyniki pomiarów kontrolnych, umożliwiających ocenę wpływu odwodnienia na warunki geotechniczne, zachowanie się odwadnianego obiektu i jego otoczenia. W tym celu konieczny jest monitoring poziomu ZWG, ciśnienia wody w porach gruntu i w razie potrzeby także przemieszczeń gruntu. W przypadku niezgodności warunków gruntowo-wodnych z dokumentacją projektową Inżynier w uzgodnieniu z projektantem zdecyduje o dalszym postępowaniu. W przypadku wymiany gruntu należy sprawdzić czy usunięto ten grunt z całej powierzchni wykopu oraz czy grunty zalegające pod warstwą nienośną są zgodne z dokumentacją projektową.

5.6. Odwodnienie wykopu i zabezpieczenie dna i skarp wykopu przed wodą opadową

Sposób odwodnienia wykopów nie może powodować osłabienia lub zniszczenia naturalnej struktury gruntu. Wykonawca musi zapewnić stabilne w czasie obniżenie ZWG lub ciśnienia porowego i utrzymanie go na poziomie określonym w projekcie roboczym odwodnienia. Skutkiem obniżenia ZWG nie może być naruszenie stateczności skarp wykopów. Nie może też nastąpić nadmierne podnoszenie się dna wykopu lub jego przebicie na skutek nadwyżki ciśnienia wody.

5.7. Wykonanie wykopów

5.7.1. Warunki ogólne

Metoda wykonania wykopów powinna być dobrana w zależności od wielkości robót, głębokości wykopu, ukształtowania terenu, rodzaju gruntu oraz posiadanego sprzętu mechanicznego.

Wykopy fundamentowe powinny być wykonywane w takim okresie, żeby po ich zakończeniu można było przystąpić natychmiast do wykonywania przewidzianych w nich robót i szybko zlikwidować wykopy przez ich zasypianie.

Skarpy wykopów powinny być zabezpieczone przed niszczącym działaniem wód opadowych zgodnie z projektem roboczym odwodnienia.

Wykopy o głębokości powyżej 4,0 m należy wykonywać stopniami (piętarami) z tym, że z każdego stopnia powinien być urządzony wjazd dla środków transportowych oraz przewidziane odprowadzenie wody uniemożliwiające jej spływanie na stopnie położone niżej. Przy ręcznym odspajaniu gruntu zaleca się wykonanie stopni o wysokości nie większej niż 1,5 m.

Zapewnienie bezpieczeństwa konstrukcji znajdujących się na, przyległym do robót ziemnych, terenie należy do obowiązków Wykonawcy.

Zaleca się wykonywanie wykopów szerokoprzestrzennych ręcznie do głębokości nie większej niż 2,0 m a koparką do 4,0 m. Minimalne bezpieczne nachylenie skarp wykopów o głębokości do 4,0 m wynosi:

- w gruntach niespoistych oraz w gruntach spoistych w stanie plastycznym 1:1,5
- w mieszanina frakcji piaskowej z iłową i pyłową o $I_p < 10\%$ oraz w rumoszach zwietrzelinowych zawierających powyżej 2% frakcji iłowej 1 : 1,25
- w iłach i mieszaninach frakcji iłowej z piaskową i pyłową, zawierających powyżej 10% frakcji iłowej w stanie co najmniej twardoplastycznym 1:0,5
- nachylenie skarp wykopu o głębokości większej niż 4,0 m należy przyjmować na podstawie obliczeń stateczności skarpy
- na pasie terenu przylegającym do górnej krawędzi wykopu, na szerokości równej trzykrotnej głębokości wykopu spadek powinien być taki, aby umożliwiał odpływ wody od krawędzi wykopu

Należy zwracać uwagę, aby nie naruszyć warstw gruntu poniżej projektowanego poziomu. W tym celu wykopy należy wykonywać do głębokości mniejszej niż projektowana co najmniej o 20 cm, a w wykopach wykonywanych mechanicznie o 30 do 60 cm (w zależności od rodzaju gruntu). Pozostawiona warstwa powinna być usunięta ręcznie bezpośrednio przed wykonaniem fundamentów lub innych robót. W przypadku przegłębienia wykopu w stosunku do poziomu przewidzianego w dokumentacji projektowej, dopuszcza się wyrównanie poziomu posadowienia przez pogrubienie korka betonowego na koszt Wykonawcy.

W gruntach spoistych należy stosować koparki mechaniczne z wysięgnikiem, poruszające się poza obrębem wykopu. Przy wykonywaniu wykopów fundamentowych w gruntach spoistych konieczne jest przestrzeganie następujących zasad:

Wykopy należy chronić przed dopływem wody opadowej. Nie można pozwalać na gromadzenie się wody w wykopie. Dlatego należy odpompowywać lub odprowadzać wodę grawitacyjnie, również w czasie przerw w robotach i zwiększać nasilenie pompowania w okresie deszczy.

W przypadku wykonywania robót ziemnych za pomocą maszyn poruszających się wewnątrz wykopu należy pozostawić nienaruszoną warstwę gruntu 40 do 50 cm ponad projektowanym poziomem dna i warstwę tę usunąć ręcznie lub za pomocą maszyn poruszających się poza granicami wykopu.

W gruntach spoistych niezależnie od sposobu wykonywania robót ziemnych zaleca się pozostawić nienaruszoną warstwę grubości 40 do 50 cm i usunąć ją możliwie na krótko przed przystąpieniem do wykonywania fundamentu.

Bezpośrednio po usunięciu ostatniej warstwy gruntu należy ułożyć beton wyrównawczy w celu zabezpieczenia podłoża przed namakaniem wodą.

5.7.2 Zabezpieczenie ścian wykopów

5.7.2.1. Zabezpieczenie wykopu ściankami szczelnymi

Roboty należy wykonać zgodnie z PN-EN 12063:2001. Przy pogrążaniu/wciskaniu grodzic należy zwrócić uwagę na możliwość uszkodzenia sąsiednich budowli (szczególnie posadowionych na luźnych, nawodnionych piaskach) na skutek nadmiernych drgań. Pogrążanie z użyciem wibromłotów powoduje zwykle w otaczającym podłożu gruntowym większe drgania niż występujące przy wbijaniu. Zastosowanie bezrezonansowych wibromłotów o dużej częstotliwości drgań, w sposób znaczący może zredukować niekorzystny wpływ drgań na otaczające podłoże i budynki. Tam gdzie hałas lub drgania podlegają ograniczeniu, rozwiązaniem może stać się metoda statycznego wciskania grodzic. Ostatecznie wybrana technologia pogrążania ścianki szczelnej podlega akceptacji Inżyniera. Zakotwienie ścian z grodzic i jego ewentualne sprzężenie powinno być wykonane zgodnie z projektem technologicznym Wykonawcy.

Tam, gdzie brusy znajdują się w pobliżu konstrukcji podatnych na uszkodzenie, zakładów chemicznych, podatnych na uszkodzenie instalacji między konstrukcjami i w konstrukcjach, podziemnych linii kolejowych itd., wrywanie brusów należy wykonywać ze szczególną ostrożnością. W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się możliwość rezygnacji z wrywania grodzic przewidzianych do usunięcia po uzgodnieniu tego z Projektantem. W przypadku ścianek szczelnych pozostawionych w gruncie należy zastosować jedną z metod zmniejszenia wodoprzepuszczalności ścianek szczelnych. Szczelność zamków można powiększyć przez wprowadzenie specjalnych płynów lub mas wypełniających do wnętrza zamków. Środek uszczelniający powinien być dostarczony lub rekomendowany przez Producenta grodzic. Można stosować inną metodę zwiększenia wodoszczelności grodzic wymienioną w Załączniku E do PN-EN 12063. Jeżeli ścianka z grodzic typu U nie jest przewidziana do późniejszego wyciągnięcia oraz nie jest zwieńczona oczepem żelbetowym, po zainstalowaniu grodzic na projektowaną głębokość wskazane jest zespawanie zamków na górnym odcinku na długości 50-80cm, w celu polepszenia współpracy grodzic przy zginaniu.

5.7.2.2. Zabezpieczenie ścian wykopów przez rozparcie

Jeżeli Wykonawca zdecyduje o wykonaniu umocnienia ścian wykopu przez rozparcie, to należy wykonać wg następujących zasad:

- a) górne krawędzie bali przyściennych powinny wystawać ponad teren na wysokość 10-15 cm,
- b) rozpory muszą mieć trwałe zabezpieczenia przed opadnięciem w dół,
- c) krawędzie wykopu należy zabezpieczyć szczelnie balami lub płytami żelbetowymi w przypadku przewidywanego ruchu pojazdów przy wykopie,
- d) w wykopie rozpartym o głębokości większej od 1 m należy wykonać dogodne wyjście awaryjne w odległościach nie większych niż 30 m.

Stan konstrukcji podporowych i rozporowych należy sprawdzać okresowo, a obowiązkowo niezwłocznie po wystąpieniu niekorzystnych czynników takich jak duże opady atmosferyczne, mróz a zauważone usterki usuwać przed przystąpieniem do robót w wykopie.

Rozbiórka zabezpieczeń ścian wykopu powinna być prowadzona w miarę wykonywania zasypki.

Pozostawienie obudowy dopuszczalne jest tylko w przypadkach technicznej niemożliwości jej usunięcia lub gdy wydobywanie elementów obudowy zagraża bezpieczeństwu pracy albo stwarza możliwości uszkodzenia konstrukcji wykonanego obiektu.

5.8. Wykonywanie wzmocnienia gruntu

Wzmocnienie gruntu należy wykonywać zgodnie z dokumentacją projektową oraz projektem technologicznym Wykonawcy zatwierdzonym przez Inżyniera.

5.9. Wykonywanie zasypek fundamentów i nasypów

Grunt zasypowy należy układać warstwami o grubości 20-30 cm sposobem ręcznym lub lekkim sprzętem mechanicznym, naprzemiennie po obu stronach obiektu. Układanie musi się odbywać

symetrycznie, aby wysokość zasypki była taka sama po obu stronach zasypywanej konstrukcji (dopuszcza się różnicę w wysokości równą jednej warstwie).

Grunt należy zagęszczać niezwłocznie po wbudowaniu.

Każda warstwa gruntu zasypowego powinna być zagęszczana mechanicznie. Kolejną warstwę gruntu można układać po stwierdzeniu uzyskania wymaganych parametrów już ułożonej warstwy. Należy zwrócić uwagę, aby podczas zagęszczania nie uszkodzić izolacji. Grubość zagęszczanych warstw winna wynosić:

- a) przy zagęszczaniu lekkimi walcami - max. 0,2 m,
- b) przy zagęszczaniu walcami wibracyjnymi, wibratorami, ubijakami mechanicznymi - max. 0,3 m,
- c) przy zagęszczaniu ciężkimi tarczami-max.0,4 m (nie dotyczy przepustów).

Niedopuszczalne jest formowanie i zagęszczanie nasypów w granicy klina odłamu przy użyciu ciężkiego sprzętu. W okolicach urządzeń lub warstw odwadniających oraz instalacji grunt powinien być zagęszczany ręcznie do wysokości około 30 cm powyżej urządzenia lub warstwy odwadniającej, w taki sposób aby nie uszkodzić systemu odwadniającego.

Zagęszczanie gruntu w pobliżu ścian przyczółków i filarów obiektów powinno być dokonywane w taki sposób, aby nie uszkodzić izolacji wodochronnej.

Zagęszczanie gruntu powinno odbywać się przy jednoczesnej, stałej kontroli laboratoryjnej. Wskaźnik zagęszczenia dla gruntu nasypowego (w tym również dla wymiany gruntu w wykopie) powinien spełniać wymagania określone SST D02.03.01 oraz normie PN-S-02205

Poza tym wskaźnik zagęszczenia gruntu w wykopie powinien być nie mniejszy niż stopień zagęszczenia gruntu rodzimego i nie mniejszy niż 0,97 wg Proctora.

Jako zastępcze kryterium oceny wymaganego zagęszczenia gruntu, dla którego trudne jest pomierzenie wskaźnika zagęszczenia można przyjąć wartość wskaźnika odkształcenia $I_0 = E_2/E_1$ spełniającego wymagania normy PN-S-02205. Dla gruntów nasypowych należy przeprowadzić również badania nośności E_2 w szczególności w przypadku górnej 0,5m warstwy nasypu: wymagania i metodyka pomiarów wg. PN-S-02205.

Dodatkowo, obok badań wskaźnika zagęszczenia wg BN/77-8931-12, dla gruntów wbudowanych w nasypy o wysokości około 0,5 m i wyższych, szczególnie w przypadku wątpliwości co do parametrów zagęszczenia warstw już przykrytych, należy uwzględnić badanie sondą wbijaną lekką lub średnią (10 kg lub 30 kg zgodnie z Instrukcją Badań Podłoża Gruntowego Budowli Mostowych i Drogowych . Część 2. Załącznik, Warszawa 1998). W szczególnych przypadkach i za zgodą Inżyniera proponuje się uwzględnić pomiar dynamicznego modułu odkształcenia (E_{vd}) za pomocą płyty dynamicznej z odniesieniem do badań porównawczych modułu statycznego (E_2).

Niedopuszczalne jest wykonywanie Robót w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntu. Wilgotność technologiczna gruntu w czasie jego zagęszczania powinna być dostosowana do metody zagęszczania, rodzaju gruntu i rodzaju stosowanego sprzętu. Decydującym kryterium jest możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia gruntu. W przypadku zagęszczania walcami statycznymi wilgotność powinna być zbliżona do optymalnej (z tolerancją $\pm 2\%$). Jeżeli wilgotność gruntu przeznaczonego do zagęszczania jest większa od wilgotności optymalnej o wartość większą od odchyleń podanych w pkt.6., to grunt należy przesuszyć w sposób naturalny lub ulepszyć przez zastosowanie dodatku spoiw. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, to zaleca się zwiększenie wilgotności gruntu przez zraszanie wodą. Przy zagęszczaniu gruntów nasypowych, dla uzyskania równomiernego wskaźnika należy:

- rozścielać grunt warstwami poziomymi o równej grubości, sposobem ręcznym lub lekkim sprzętem mechanicznym,
- warstwę nasypanego gruntu zagęszczać na całej szerokości, przy jednakowej liczbie przejść sprzętu zagęszczającego,
- nasyp za przyczółkami należy wykonywać równocześnie z przyległymi fragmentami nasypów drogowych
- prowadzić zagęszczenie od krawędzi ku środkowi nasypu

Obiekty obsypywane obustronnie powinny być obsypywane i zagęszczane równomiernie z obu stron. Różnica poziomów zasypki nie powinna w takim przypadku przekraczać grubości jednej warstwy, jeżeli nie jest to uzasadnione obliczeniami statycznymi.

W zasypkach wykopów fundamentowych wykonanych w gruntach spoistych należy wyeliminować niebezpieczeństwo gromadzenia się wody i rozmiękania gruntu rodzimego. Wymaganie to dotyczy fundamentów płaskich i wszystkich fundamentów znajdujących się w pobliżu jezdni. Dotyczy to zarówno fazy budowy fundamentów i obiektu, jak również stanu docelowego, czyli eksploatacji

obiektu. Trudnodostępne miejsca przestrzeni mogą być wypełnione gruntem stabilizowanym cementem. Niedopuszczalne jest ich wypełnienie upłynnionym gruntem niespoistym. W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie zasypki powinno być przerwane. Przed wznowieniem prac należy usunąć śnieg z powierzchni wykonanej już zasypki.

Jeżeli warstwa niezagęszczonego gruntu zamarza, to nie należy jej przed rozmarznięciem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw.

W przypadku wymiany gruntu spoistego pod fundamentami obiektów inżynierskich na grunt niespoisty należy zastosować geowłókninę separacyjną. Sposób układania geowłókniny powinien być zgodny z zaleceniami Producenta.

5.10. Wykonanie pali przemieszczeniowych

Wykonanie pali przemieszczeniowych powinno być przeprowadzone zgodnie z dokumentacją projektową, SST, PN-EN 12699, PZJdR oraz projektem technologicznym Wykonawcy zatwierdzonym przez Inżyniera. W przypadku większej różnicy niż tolerancje wykonania podane w w/w normach lub SST wymagana jest decyzja Inżyniera odnośnie dalszego postępowania.

Dla optymalnego doboru przyjętego palowania (długości pali) wymaga się od Wykonawcy wcześniejszego wykonania pali próbnych potwierdzających poprawność dobru pali.

5.11. Wykonanie pali wielkośrednicowych formowanych w gruncie

- a) Wykonanie pali wierconych powinno być przeprowadzone zgodnie z dokumentacją projektową, SST, PN-EN 1536, PZJdR oraz projektem technologicznym palowania zatwierdzonym przez Inżyniera.
- b) Punkty wyznaczające osie pali powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Osie pali wykonywanych w wodzie należy wyznaczyć przez podanie domiarów co najmniej do trzech punktów stałych, oznaczonych w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji projektowej.
- c) Wykonawca stwierdzać będzie na bieżąco zgodność wydobywanego urobku z dokumentacją geologiczną. Zgodność profilu geologicznego zostanie potwierdzona w metryce pala wielkośrednicowego przez osobę posiadającą uprawnienia geologiczne.
- d) Głębokość wywierconego otworu, jego usytuowanie powinny być zgodne z określonymi w dokumentacji projektowej. W przypadku większej różnicy niż tolerancja podana w SST lub dokumentacji projektowej wymagana jest decyzja Inżyniera odnośnie dalszego postępowania.
- e) W gruntach spoistych bez przewarstwień wodonośnych dopuszcza się wiercenie otworu bez zabezpieczenia stateczności, pod warunkiem wykonania nierurowanej części otworu i uformowania w niej pala w sposób ciągły, w czasie nie dłuższym niż 12 godzin. W gruntach nie zapewniających stateczności nieosłoniętych ścian otworu stosuje się zabezpieczenie go rurami, zawiesziną lub nadciśnieniem wody.
- f) W gruntach spoistych co najmniej twardeplastycznych nie wymaga się wyprzedzania dna otworu ostrzem rury. W pozostałych gruntach ostrze rury powinno wyprzedzać o co najmniej 50 cm narzędzie wierzące, zaś poziom wody w otworze powinien być wyższy od piezometrycznego poziomu wody gruntowej o min. 2,0 m.
- g) Przed przystąpieniem do umieszczania zbrojenia w otworze Wykonawca musi się upewnić, czy otwór jest oczyszczony z luźnego, zsuniętego czy wypartego przez osłonę materiału. Odbioru otworu pala po wykonaniu musi dokonać Inżynier i potwierdzić to wpisem do dziennika budowy.
- h) Szkielet zbrojeniowy powinien być łączony w sposób sztywny, tak aby nie wystąpiły jego odkształcenia podczas betonowania pala. Połączenie prętów podłużnych ze zbrojeniem poprzecznym należy wykonać z użyciem drutu, zacisków lub spawania. Połączenie prętów podłużnych ze spiralą lub strzemionami powinno być wykonywane co najmniej w 33 % styków. Pierścienie usztywniające powinny być umieszczone w odstępach nie większych niż 300 cm lecz nie powinno być ich mniej niż 3 sztuki na długości pala. Zbrojenie należy wstawiać jak najszybciej po oczyszczeniu otworu pala. Wstawienie zbrojenia powinno zapewniać jego położenie w osi pala oraz zachowanie właściwego otulenia betonem na całej długości. Podczas betonowania należy utrzymywać zbrojenie na właściwym poziomie, aby zapewnić przewidzianą długość prętów wystających ponad głowicą pala. Poziom górny koniec szkieletu po betonowaniu powinien odpowiadać projektowanej rzędnej z maksymalnych z odchyleniem ± 15 cm.
- i) Betonowanie pala należy rozpocząć zaraz po zakończeniu wiercenia otworu, tzn. nie później niż w trzy godziny po zakończeniu wiercenia i prowadzić bez dłuższych przerw pomiędzy poszczególnymi operacjami technologicznymi. Przy dłuższych przerwach (powyżej godziny)

należy ponownie oczyścić dno otworu i ponownie uzyskać zgodę Inżyniera na betonowanie. Urabialność betonu powinna być taka, aby umożliwiała właściwe przeprowadzenie ciągłego betonowania. Świeżą mieszankę betonową należy wlewać tylko w beton, który zachował pełną urabialność. Jeżeli układanie mieszanki rozpocznie się po upływie 3 godzin od zakończenia wiercenia, ale przed upływem 12 godzin, to należy przed betonowaniem pogłębić otwór o 0,5 m ze zwiększeniem wciśnięcia rury osłonowej o taką samą głębokość, gdy w otworze nie został umieszczony szkielet zbrojeniowy. Jeżeli po zakończeniu wiercenia pała do jego betonowania upływa więcej niż 12 godzin, to nie należy umieszczać zbrojenia w otworze pały. W takim przypadku należy bezpośrednio przed umieszczeniem zbrojenia pogłębić otwór o 0,75 m z równoczesnym wciśnięciem rury. Gdy taka sytuacja jest przewidywana, to należy przerwać wiercenia na poziomie minimum 0,75 m ponad poziomem stopy pały i dokonać wiercenia maksymalnie 3 godziny przed jego betonowaniem. Prędkość układania mieszanki betonowej powinna wynosić co najmniej $4 \text{ m}^3/\text{godz.}$, zaś betonowanie pały powinno trwać nie dłużej niż 4 godz.

- j) Jeżeli końcowy poziom betonowania jest poniżej poziomu roboczego, to świeży beton powinien być zabezpieczony przed zanieczyszczeniem od góry przez:

- zabetonowanie powyżej poziomu wyrównania głowicy,
- wypełnienie pustego otworu odpowiednim materiałem

Górną część pały o długości $2 + 3 \text{ m}$ należy zagęścić wibratorami buławowymi. Po 6 godzinach od zakończenia betonowania należy rozpocząć pielęgnację betonu pały, przez polewanie głowicy pały i gruntu otaczającego wodą, przez 5 dni. W okresie temperatur niższych niż 3°C należy zabezpieczyć głowicę przed mrozem. Głowice pały należy betonować do takiej wysokości, aby po skuciu zanieczyszczonego betonu możliwe było właściwe połączenie pały z fundamentem, zgodnie z dokumentacją projektową. Wysokość pały przeznaczona do skucia powinna wynosić co najmniej 50 cm tak, aby głowicę można było wyrównać na poziomie 5,0 cm nad spodem ławy fundamentowej.

- k) Jeżeli fundament będzie wykonany w terminie późniejszym, zbrojenie wystające z głowicy pały powinno być zabezpieczone przed korozją, a wykopy fundamentowe zasypane. Po usunięciu zasypki należy usunąć uszkodzoną warstwę betonu, a odkrytą w ten sposób powierzchnię betonu, jak również wystające zbrojenie, należy naprawić. Naprawiona powierzchnia betonu i zbrojenie podlegają akceptacji Inżyniera. Wyrównanie głowicy pały należy wykonać dopiero, gdy beton uzyskał odpowiednią wytrzymałość. Z wierzchu pały należy usunąć cały beton zanieczyszczony lub o jakości niższej niż wymagana, aż do odsłonięcia zdrowego betonu na całej powierzchni przekroju pały.

W trakcie usuwania górnej warstwy betonu, Wykonawca powinien unikać wstrząsów i czynników mogących spowodować uszkodzenie reszty pały. Spękany lub w jakikolwiek inny sposób uszkodzony beton powinien zostać całkowicie usunięty, a głowica pały naprawiona tak, aby na projektowanej rzędnej połączenia pały z fundamentem otrzymać pełny przekrój zdrowego betonu. Pręty zbrojenia, kotwiące pałę w fundamencie, również podlegają oczyszczeniu z betonu i gruntu. Należy zwrócić uwagę na właściwą długość kotwienia prętów, zgodną z założeniami dokumentacji projektowej.

5.12. Wykonanie fundamentów bezpośrednich

Wykonanie fundamentów bezpośrednich powinno być wykonywane zgodnie z dokumentacją projektową, PN-B-03020, SST 12.01.00 i SST M-13.00.00.

Fundament bezpośredni powinien być wykonany bezpośrednio po wykonaniu wykopu i warstwy wyrównawczej. W przypadku niespełnienia tego wymagania konieczne jest sprawdzenie czy nie nastąpiło odprężenie gruntu i osłabienie podłoża, które wymusi zastosowanie odpowiednich zabiegów w celu zapewnienia właściwej nośności fundamentu. Opis ograniczeń czasowych i zabiegów poprawiających nośność Wykonawca zobowiązany jest zamieścić w projekcie technologicznym podlegającym zatwierdzeniu przez Inżyniera.

5.13. BHP i ochrona środowiska

W trakcie prowadzenia Robót należy wykopy i platformy robocze palownic zabezpieczyć barierami. Przy wykonywaniu robót ziemnych ręcznie należy:

- a) Używać właściwych i znajdujących się w dobrym stanie narzędzi
- b) Zapewnić należyte odwadnianie wykopu
- c) pozostawić pas terenu co najmniej 0,5 m wzdłuż krawędzi wykopu, na którym nie wolno składować ziemi pochodzącej z wykopu
- d) środki transportowe pod załadunek mas ziemnych ustawiać co najmniej 2 m od krawędzi skarpy wykopu

- e) rozstaw środków transportowych pomiędzy sobą powinien wynosić co najmniej 1,5 m dla umożliwienia ucieczki robotnikom w przypadku obsunięcia się mas ziemnych
- f) sprawdzić po każdej zmianie warunków atmosferycznych: deszcz, śnieg) stan skarp nasypów i wykopów

Przy wykonywaniu robót ziemnych sprzętem zmechanizowanym należy dodatkowo zachować wymagania:

- a) rozstaw pracujących maszyn powinien wykluczać możliwość ich wzajemnego uszkodzenia
- b) robotnikom nie wolno przebywać w zasięgu pracy maszyn

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 6.

6.2. Kontrola wykonania wykopów

6.2.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca jest zobowiązany do porównania faktycznego poziomu terenu z rzędnymi przyjętymi w dokumentacji projektowej. W tym celu należy wykonać pobieżny kontrolny pomiar sytuacyjno- wysokościowy. W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezidentyfikowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykonywane ręcznie. Sprawdzeniu podlega również wykonanie ewentualnych rusztowań, dróg technologicznych, umocnionych stanowisk. Sprawdzenie i odbiór robót ziemnych powinny być wykonywane zgodnie z PN-B-02205 i PN-B-06050.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca również powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające do obrotu i powszechnego stosowania materiały (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami projektu roboczego umocnienia dostarczonego przez Wykonawcę.

6.2.2. Badania w trakcie i po wykonaniu robót

W trakcie robót Wykonawca powinien kontrolować na bieżąco:

- a) zgodność warunków gruntowo-wodnych z dokumentacją projektową, przez wykonanie szczegółowych badań geologiczno-gruntowych wg norm PN- B-06050:1999 , PN-B-04452:2002 i PN-88/B-04481
- b) zgodność wykonywanych robót z dokumentacją projektową; dopuszczalne odchyłki od ustaleń dokumentacji projektowej wynoszą:
 - dla spadków terenu: $\pm 0,002$
 - dla nachylenia skarp wykopów fundamentowych: $\pm 0,010$
 - dla rzędnych w siatce kwadratów 40x40 m: ± 4 cm
 - dla rzędnych dna wykopu pod fundamenty (przed wykonaniem korka betonowego): ± 2 cm
 - dla wymiarów w planie wykopu o szerokości dna $>1,5$ m: ± 15 cm
 - dla wymiarów w planie wykopu o szerokości dna $<1,5$ m: ± 5 cm
- c) funkcjonowanie systemu odwodnienia
- d) sprawdzenie umocnienia wykopu przez rozparcie
- e) sprawdzenie wykonania umocnienia wykopu ścianką szczelną: Przed przystąpieniem do instalacji ścianki należy sprawdzić:
 - poprawność wytyczenia osi ścianki;
 - ewentualne kolizje ścianki z istniejącym uzbrojeniem terenu;
 - przygotowanie platformy roboczej;
 - zgodność rzędnych terenu z podanymi w dokumentacji projektowej;
 - sprzęt zgodnie z pkt. 3 niniejszymi SST
 - materiały zgodnie z pkt. 2 niniejszymi SST.

Inżynier powinien prowadzić również kontrole i obserwacje, w czasie których należy sprawdzić:

- zgodność warunków na placu budowy w zakresie danych dotyczących gruntu, wody gruntowej z założeniami przyjętymi w dokumentacji projektowej;
- zgodność z założeniami projektu technologicznego wykonania ścianki szczelnej w zakresie kolejności i metody wykonania robót;

- zgodność z projektem technologicznym wykonania ścianki szczelnej w zakresie sposobu podparcia ściany, kleszczy i rozpór, ich klasy stali i wymiarów, długości, typu i nośności kotew na poszczególnych etapach robót;
- dokładność metod pomiarowych stosowanych przy instalacji grodzic;
- zakres ewentualnych uszkodzeń w sąsiadujących budynkach, urządzeniach lub podziemnych instalacjach przed i po instalacji ściany w celu identyfikacji tych uszkodzeń, które mogłyby być spowodowane wykonywanymi pracami;
- jeżeli poziomy wody gruntowej i wody swobodnej są według dokumentacji projektowej parametrami krytycznymi, to należy je kontrolować w odpowiednio krótkich odstępach czasu, aby otrzymać wiarygodne dane do ich odwzorowania;
- głębokość wbicia ścianki.

Należy okresowo rejestrować drgania i poziomy hałasu na terenie budowy oraz w najbardziej narażonych budynkach. Zaleca się, aby takie pomiary były wykonywane zgodnie z miejscową praktyką w celu porównania wyników z kryteriami, które są odpowiednie dla tego rejonu.

W przypadkach uzasadnionych zaleca się przeprowadzanie, z odpowiednią dokładnością, okresowych pomiarów przemieszczeń poziomych reperów na koronie ścianki szczelnej, w sposób pozwalający na ich porównanie z wartościami przemieszczeń przewidywanych w projekcie technologicznym wbicia ścianki szczelnej. Jeśli w sąsiedztwie konstrukcji ścianki szczelnej znajdują się budynki lub instalacje podatne na uszkodzenia, to oprócz pomiarów opisanych powyżej należy wykonać co najmniej co najmniej:

- pomiary przemieszczeń na wybranej głębokości;
- pomiary osiadań budynków i instalacji.

6.3. Tolerancje wykonania ścianki szczelnej

Tolerancje wykonania ścianki szczelnej z grodzic stalowych wynoszą:

- położenie głowic grodzic według planu pograżania (w kierunku prostym do osi ścianki):
 - na łądzie: $e < 75\text{mm}$;
 - na wodzie: $e < 100\text{mm}$; - pochylenie grodzic od

pionu:

- na łądzie: $i < i_{\max} = 1\%$ (0,01m/m);
- na wodzie: $i < i_{\max} = 1,5\%$ (0,015m/m);

Odchylenie grodzic od pionu może wynosić 2% w gruntach trudnych ze względu na pograżanie, pod warunkiem, że zachowany zostanie warunek szczelności. Nie dopuszcza się natomiast możliwości rozejścia się zamków. Geometryczne odchyłki pograżania powinny zostać uwzględnione w projekcie technologicznym wykonania ścianki szczelnej. Jeżeli określone odchyłki zostaną przekroczone, to należy zbadać zakres możliwego przeciążenia jakiegokolwiek elementu konstrukcyjnego oraz w przypadku konieczności podjąć odpowiednie działania naprawcze. Decyzję w tym zakresie podejmuje Inżynier.

6.4. Kontrola wykonania wzmocnienia gruntu

Kontrolę wykonania wzmocnienia gruntu pod fundamenty obiektów inżynierskich należy wykonać na zgodność z dokumentacją projektową, SST oraz projektem technologicznym Wykonawcy zatwierdzonym przez Inżyniera.

6.5. Badanie przydatności gruntów do zasypek i nasypów

Badania przydatności gruntów powinny być wykonane na próbkach pobranych z każdej partii pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż 3 razy na każde 5000 m³ i nie rzadziej niż 3 razy na obiekt. W badaniu należy określić: stan granulometryczny, zawartość części organicznych metodą chemiczną, wilgotność naturalną i optymalną, współczynnik filtracji, wskaźnik piaskowy, kapilarność bierną, granicę płynności gruntów spoistych, gęstość objętościową szkieletu gruntowego. Grunt powinien spełniać wymagania podane w pkt.2.4.

6.6. Badanie prawidłowości wykonania zasypek i nasypów

Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw zasypek polegają na sprawdzeniu:

- odwodnienia każdej warstwy
- grubości każdej warstwy i jej wilgotności przy zagęszczaniu
- wskaźnika zagęszczenia, wg BN-77/8931-12; badanie należy wykonywać zgodnie z poleceniami Inżyniera, jednak nie rzadziej niż 1 raz w trzech punktach dla każdej warstwy, co najmniej 3 razy

na każde 500 m³ objętości zasypki, co najmniej 3 razy dla każdego przyczółka, co najmniej 1 raz co 30 m dla ściany oporowej.

- dla gruntów wbudowanych w nasypy o wysokości ok. 0,5 m i wyższych, szczególnie w przypadku wątpliwości co do parametrów zagęszczenia warstw już przykrytych, wskaźnika zagęszczenia sondą wbijaną lekką lub średnią (10 kg lub 30 kg) zgodnie z Instrukcją Badań podłoża Gruntowego Budowli Mostowych i Drogowych. Część 2. Załącznik, Warszawa 1998.
- W szczególnych przypadkach i za zgodą Inżyniera proponuje się uwzględnić pomiar dynamicznego modułu odkształcenia (E_{vd}) za pomocą płyty dynamicznej z podaniem wymagań lub odniesieniem pomiarów porównawczych płytą statyczną (E_2).

6.7. Kontrola rzędnych wykonanych skarp i stożków

Rzędne wykonanych nasypów i ich spadki powinny być zgodne z dokumentacją projektową. Dopuszczalne odchyłki od ustaleń dokumentacji projektowej nie powinny przekraczać:

- $\pm 0,01$ dla spadków
- ± 2 cm dla rzędnych

Nierówność powierzchni wykonanego stożka lub skarpy (wybrzuszenia i wklęsnięcia) mierzona łąką długości 3 m nie powinna przekraczać ± 2 cm.

6.8. Kontrola wykonania pali przemieszczeniowych

Jeśli SST, ani dokumentacja projektowa nie określają inaczej tolerancje wykonania robót palowych powinny być zgodne z PN-EN 12699.

6.9. Kontrola wykonania pali formowanych w gruncie

6.9.1. Sprawdzenie podłoża gruntowego

Sprawdzenie polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w dokumentacji projektowej. Dla wszystkich pali należy przeprowadzać makroskopową ocenę wydobywanego urobku zgodnie z PN-88/B-04481 oraz określić rodzaj i stan gruntu.

W przypadku, gdy badania wykażą istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża w dokumentacji projektowej, Wykonawca powinien niezwłocznie zawiadomić Inżyniera i przerwać roboty do czasu, kiedy Inżynier wyda instrukcje co do dalszego postępowania. Na tym etapie należy obliczyć nośność podłoża gruntowego oraz wykonać ewentualne zmiany w dokumentacji.

Sposób sprawdzania podłoża powinien być dostosowany do warunków gruntowych. Z każdej przewierconej warstwy, lecz nie rzadziej niż co 2 m, należy pobrać próbkę gruntu o naturalnym uziarnieniu (NU), zgodnie z PN-88/B-04481. Próbkę poddaje się szczegółowym badaniom j.w. i przechowuje do czasu odbioru końcowego robót palowych. Dodatkowo należy badać stan, rodzaj i wytrzymałość gruntu w podłożu pala. Przy posadowieniu podstawy pala w gruncie spoistym należy wyznaczyć wytrzymałość gruntu przy szybkim ścinaniu, np. za pomocą sondy z końcówką krzyżakową lub na próbkach NNS (bezpośrednio po ich pobraniu) przyrządami polowymi zgodnie z PN-88/B-04481, ewentualnie w laboratorium. Do badań należy pobrać 3 próbki NNS z podłoża podstawy. Przy posadowieniu podstawy pala w gruncie niespoistym sprawdzenie polega na wykonaniu np. sondowania udarowego na głębokość równą co najmniej średnicy podstawy pala.

6.9.2. Kontrola materiałów do wykonania pali wierconych

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami punktu 2 niniejszych SST,
- wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót.

a) Stal zbrojeniowa

Badania stali zbrojeniowej należy wykonywać dla każdego szkieletu zgodnie z SST M-12.01.00.

pkt.6. Wykonanie każdego szkieletu należy sprawdzić na zgodność z dokumentacją projektową.

b) Mieszanka betonowa

Mieszankę betonową należy kontrolować zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji wg PN-EN 1536 oraz w warunkach budowy zgodnie z SST M.13.00.00. Wyniki badań powinny być zgodne z pkt.2 niniejszej SST, przy czym próbki betonu do badań wytrzymałości na ściskanie należy pobierać na budowie następująco:

- a) Jedną serię z każdego z trzech pierwszych pali na obiekcie
- b) Jedną serię z każdego następnego pięciu pali (z 15 pali, jeżeli objętość betonu w jednym palu nie przekracza 4 m³)
- c) Dwie dodatkowe serie po przerwie w robotach dłuższej niż 7 dni,
- d) Jedną serię z każdego 75 m³ betonu ułożonego w ciągu jednego dnia,

Jeżeli beton jest produkowany w ramach ciągłego certyfikowania systemu zapewnienia jakości, to

Inżynier może ustalić inne wymagania dotyczące pobierania próbek betonu na budowie.

Inżynier może zdecydować o dodatkowym pobieraniu i badaniu próbek na ściskanie.

Próbki należy przygotować, przechowywać i badać zgodnie z PN-EN 12350-1, PN-EN 12390-2, PN-EN 12390-3. Ocena wytrzymałości wg SST M-13.00.00 pkt.6.

Konsystencję mieszanki betonowej należy badać wg PN-EN 12350-2 dla każdego betonowozu (w przypadku dostawy betonowozami) lub dla każdego 10 m³ mieszanki.

Należy zachować pełną dokumentację wszystkich badań betonu. Wyniki badań należy odnotować w metryce betonowania.

c) Dodatki do betonu

Dodatki i domieszki do betonu należy badać zgodnie z ich aprobatą techniczną wydaną przez IBDiM lub PN-EN 934-2.

6.9.3. Badania wykonania pala wierconego w trakcie budowy

6.9.3.1. Sprawdzenie wykonania i zabezpieczenia otworu

W trakcie robót należy kontrolować:

- usytuowanie pala przed początkiem i po wykonaniu wiercenia,
- głębokość otworu - pomiar ciągły,
- zagłębienie rury osłonowej - pomiar ciągły,
- zagłębienie pala (zakończenie wiercenia) - pomiar dla każdego pala.
- Oczyszczenie podstawy (przy użyciu chwytaka, przez sondowanie i oględziny) - dla każdego pala
- Obecność wody na dnie (taśmą mierniczą, przez oględziny) - dla każdego pala

6.9.3.2. Sprawdzenie wbudowania zbrojenia

Należy skontrolować wbudowanie każdego szkieletu za pomocą niwelacji i pomiarów i usunąć ewentualne odchyłki wbudowania.

Należy również skontrolować ewentualne wbudowanie rurek do prześwietlenia ultradźwiękowego, urządzeń pomiarowych. Kontrola obejmuje sprawdzenie położenia, głębokości, połączenia ze szkieletem, ochrony podczas wbudowywania i betonowania.

Odbiór zbrojenia powinien być potwierdzony wpisem do Dziennika Budowy.

6.9.3.3. Sprawdzenie formowania pala wielkośredniocowego

Kontrola formowania pala obejmuje:

a) Sprawdzenie rury wlewowej do betonowania:

- dla każdej rury przed wstawieniem należy sprawdzić czystość, gładkość, gładkość od strony wewnętrznej
- dla każdego kompletu rur i każdego rozmiaru pala należy zmierzyć średnicę wewnętrzną na zgodność z wymiarem kruszywa i wymiary zewnętrzne w aspekcie swobodnego przesuwu rury w szkielecie zbrojeniowym
- dla każdego zestawu rur należy skontrolować długości odcinków
- dla każdego pala w sposób ciągły należy mierzyć głębokość zanurzenia rury wlewowej na początku i w czasie betonowania i demontażu rury
- dla każdego pala na początku betonowania należy skontrolować oddzielenie betonu od cieczy w rurze wlewowej

b) Sprawdzenie układania mieszanki betonowej

- sprawdzenie czy poziom dolnej krawędzi rury osłonowej znajduje się 1,5 poniżej poziomu mieszanki betonowej w otworze (przez porównanie poziomu betonu i długości rury osłonowej) - kontrola ciągła
- sprawdzenie poziomu betonowania przez pomiar głębokości - dla każdego pala
- sprawdzenie objętości zużytego betonu z teoretyczną objętością betonu - dla każdego pala
- kontrola głowicy przez oględziny w celu wykrycia nadmiaru wypływu wody - dla każdego pala

Poziom mieszanki betonowej należy sprawdzać z dokładnością ± 10 cm przy użyciu wycechowanej linki lub taśmy z obciążnikiem. Wymiary i masa obciążnika powinny być takie, aby w mieszance betonowej pozostał na jej powierzchni. Pomierzone wartości głębokości i objętości mieszanki betonowej należy niezwłocznie zaznaczyć na wykresie i porównać z teoretyczną zależnością między głębokością i objętością mieszanki betonowej. Poziomy należy sprawdzać co najmniej raz po każdej wlanej porcji mieszanki albo przed podciągnięciem rury osłonowej i po jej podciągnięciu.

6.9.4. Badania pala wierconego po wykonaniu robót

Sprawdzenie polega na porównaniu wykonanych robót z założeniami projektowymi na podstawie: metryk pali, inwentaryzacji geodezyjnej sytuacyjno-wysokościowej głowic pali, wyników badań betonów, świadectw jakości materiałów, pali, badań ciągłości pali (w uzasadnionych przypadkach). Skutki usterek zagrażających bezpieczeństwu konstrukcji należy usuwać na podstawie dodatkowego projektu wzmocnienia konstrukcji wykonanego przez Wykonawcę na jego koszt. Dopuszczalne odchylenia położenia pala są następujące:

- a) Położenie w planie pali pionowych i ukośnych, mierzone w poziomie roboczym: 12 cm
- b) Odchylenie katowe pali pionowych i pali ukośnych o
pochyleniu $0 < \alpha < 86^\circ$: $i < 0,02$ (0,02 m/m)
gdzie:
„0” - kąt osi projektowanej względem poziomu
„i” - tangens kąta odchylenia pomiędzy projektowaną a rzeczywistą osią pala
- c) Odchylenie katowe pali ukośnych o pochyleniu $76^\circ < \alpha < 86^\circ$: $i < 0,04$ (0,04 m/m)
Inżynier może przyjąć ostrzejsze dopuszczalne odchylenia położenia pala W powyższym przypadku dopuszczalne odchyłki wykonania robót należy uzgodnić przed rozpoczęciem robót.

6.9.5. Badania specjalne pala wierconego

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia kontroli ciągłości każdego z pali. Badanie przeprowadza jednostka naukowo-badawcza niezależna od Wykonawcy. Badanie musi pozwalać ocenić jakość wykonania trzonu pala: jego długość, ewentualne uszkodzenia, przewężenia i poszerzenia trzonu oraz przybliżoną głębokość ich wystąpienia, a także oszacować jakość wbudowanego betonu.

Badanie ciągłości pala można przeprowadzić z zastosowaniem pomiaru właściwości akustycznych lub charakterystyk przebiegu fali w celu wykrycia możliwych defektów materiału pala. Metoda kontroli musi zostać zaakceptowana przez Inżyniera.

Badanie ciągłości pala metodą fali dźwiękowej można przeprowadzić po upływie minimum 7 dni od daty wykonania pala, w dodatniej temperaturze otoczenia, przy braku opadów atmosferycznych. Punkty badawcze powinny być przygotowane na głowicy pala skutej do rzędnej projektowej. Głowica powinna być odkuta do betonu o zakładanej wytrzymałości i oczyszczona. Punkt badawczy powinien być usytuowany możliwie blisko osi pala.

6.10. Sprawdzenie nośności pali

Należy wykonać próbne obciążenia statyczne pali zgodnie z projektem technologicznym Wykonawcy zatwierdzonym przez Inżyniera. Ilość pali poddanych próbnemu obciążeniu powinna być zgodna z dokumentacją projektową, ale powinna wynosić co najmniej 1 pal na każdy wydzielony fundament podpory. Dodatkowo dla pali prefabrykowanych należy wykonać próbne obciążenie dynamiczne dla 20% wykonanych pali metodą zatwierdzoną przez Inżyniera.

Pale formowane w gruncie należy obciążyć co najmniej 30 dni po ich wykonaniu, pale przemieszczeniowe należy obciążyć co najmniej 30 dni po ich wbiciu w grunty spoiste, co najmniej 20 dni po wbiciu w nawodnione piaski drobne, pylaste oraz gliniaste, co najmniej 4 dni w pozostałe grunty niespoiste. Próbné obciążenie pali powinna wykonywać niezależna jednostka naukowo-badawcza.

6.11. Kontrola wykonania fundamentów bezpośrednich

Sprawdzenie fundamentów bezpośrednich powinno być przeprowadzone zgodnie z dokumentacją projektową, normą PN-B-03020, SST M-12.01.00. i M-13.00.00.

7. OBMIAR ROBÓT

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

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 8.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne zasady płatności podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 9.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

1. PN-EN 10248 Grodzice walcowane na gorąco ze stali niestopowych
2. PN-EN 996 Sprzęt do palowania. Wymagania bezpieczeństwa
3. PN-EN 12063 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Ścianki szczelne
4. PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne
5. PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe
6. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
7. PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
8. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
9. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
10. PN-EN 12794 Prefabrykaty betonowe pale fundamentowe
11. PN-EN 12699 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe
12. PN-B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
13. PN-78/B-02483 Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania
14. PN-88/B-06250 Beton zwykły
15. PN-EN 197-1 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku do betonu
16. PN-EN 934-2 Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i
17. PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie
18. PN-EN 1536 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone.
19. PN-EN 206-1 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
20. PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej. Pobieranie próbek
21. PN-EN 12390-2 Badania betonu. Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
22. PN-EN 12390-3 Badania betonu. Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania
23. PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
24. PN-EN 12350-2 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą opadu stożka
25. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
26. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie kształtu ziaren - wskaźnik kształtu.
27. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna.
28. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie gęstości ziaren i nasiąkliwości.
29. PN-78/B-06714-34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej.
30. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonów
31. PN-EN 1538 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych-ściany szczelinowe
32. Jeżeli w SST użyta jest niedatowana norma należy rozumieć przez to, że powołanie dotyczy najnowszego wydania.

