

## **M.11.05.00. Wzmocnienie gruntu**

### **M.11.05.01. Pale typu jet-grouting**

#### **1. Wstęp**

##### **1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót budowlanych w ramach realizacji zadania: **Autostrada A4. Odcinek od Tarnowa (Węzeł Krzyż) do Rzeszowa (Węzeł Rzeszów Zachodni) od km 502+796,97 do km 571+111,0. Odcinek I: km 502+796,97 – 537+550,00 - Zadanie II od km 502+796,97 do km 537+050.**

##### **1.2. Zakres stosowania STWiORB**

STWiORB jest stosowana jako Dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

##### **1.3. Zakres Robót objętych STWiORB**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania Robót wymienionych w p. 1.1., związanych z wykonaniem pali formowanych metodą wysokociśnieniowej iniekcji strumieniowej typu Jet-Grouting.

Zakres rzeczowy obejmuje:

- wykonanie pali typu jet grouting o średnicy zgodnej z Dokumentacją Projektową zgodnie z Dokumentacją Projektową.

##### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz określeniami podanymi w DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**Gruntobeton** – beton powstały z wymieszania gruntu rodzimego z zaczynem cementowym.

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

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM 00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy;
- warunków organizacji ruchu;
- zabezpieczenia chodników i jezdni

podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Roboty palowe powinny być realizowane na podstawie następujących opracowań:

- projekt określający cechy materiałowe pali, wartości parametrów geotechnicznych (w dokumentacji geotechnicznej), zagłębienie pali, niezbędny udźwig pali,
- projekt technologiczny, określający sposób wykonania pali, a w szczególności sposób zapewnienia stateczności otworów,
- projekt sprawdzania nośności pali próbnych w terenie,
- projekt dróg technologicznych.

Pale powinny być wykonywane zgodnie z Dokumentacją Projektową. W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie (dokumentacji geotechnicznej), należy w uzgodnieniu z Inżynierem i Projektantem odpowiednio dostosować liczbę i wymiary pali. Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie wykonywania otworu w gruncie na nieprzewidziane przeszkody (kamienie, kłody drewna, itp).

##### **1.6. Wspólny Słownik Zamówień (CPV)**

Kody grup, klas i kategorii robót Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) dotyczących przedmiotu zamówienia podano w STWiORB DM.00.00.00. „Wymagania Ogólne”

**2. Materiały**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB DM 00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt.2.

Wszystkie materiały i wyroby stosowane do wykonywania pali Jet Grouting muszą być zgodne z odpowiednimi normami oraz ze STWiORB dotyczącymi tych robót. Dostarczane materiały muszą mieć niezbędne atesty, a źródła dostawy tych materiałów muszą być dokumentowane.

**2.1. Cement**

a) rodzaje cementu

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN 197-1:2002.

Dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu portlandzkiego czystego tj. bez dodatków mineralnych wg Dz.U. Nr 63 (RMTiGM z 30.05.2000) o następujących klasach:

- klasy 32,5 R, 42,5R lub 52,5R.

b) wymagania dotyczące składu cementu

Wg ustaleń Dz.U. Nr 63 (RMTiGM z 30.05.2000) wymaga się, aby cementy te charakteryzowały się następującym składem:

- zawartość określona ułamkiem masowym krzemianu trójwapniowego (alitu)  $C_3S$  – nie większa niż 60%,
- zawartość określona ułamkiem masowym glinianu trójwapniowego  $C_3A$  – nie większa niż 3%,
- zawartość określona ułamkiem masowym ( $C_4AF + 2 \cdot C_3A$ ) – nie większa niż 20%.

**2.1.1. Badania cementu**

Każda partia dostarczonego cementu musi posiadać deklaracje zgodności wraz z wynikami badań.

Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silosów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczany jest tam tylko jeden rodzaj cementu z tej samej cementowni.

Badania podstawowych parametrów cementu.

Zakres badań cementu pochodzącego z dostawy, dla której jest deklaracja zgodności z wynikami badań cementowni - można wykonać tylko w zakresie badań podstawowych.

Przed użyciem cementu Wykonawca powinien wykonać następujące badania:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3:1996,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3:1996.

Wyniki w/w badań muszą spełniać następujące wymagania:

Przy oznaczaniu czasu wiązania w aparacie Vicata:

- dla cementu portlandzkiego klasy 32,5 N,
- początek wiązania najwcześniej po upływie 75 min,

Przy oznaczaniu równomierności zmiany objętości:

- wg próby Le Chateliera nie więcej niż 10 mm,
- wg próby na plackach - normalna.

**2.1.2. Magazynowanie i okres składowania**

Dla cementu pakowanego (workowanego):

- składy otwarte (wydzielone miejsca zadaszone na otwartym terenie zabezpieczone z boków przed opadami) lub magazyny zamknięte (budynki lub pomieszczenia o szczelnym dachu i ścianach).

Dla cementu luzem:

- magazyny specjalne (zbiorniki stalowe, żelbetowe lub betonowe przystosowane do pneumatycznego załadunku i wyładunku cementu luzem, zaopatrzone w urządzenia do przeprowadzania kontroli objętości cementu znajdującego się w zbiorniku lub otwory do przeprowadzania kontroli objętości cementu, włączy do czyszczenia oraz kłanry na wewnętrznych ścianach).

Podłoża składów otwartych powinny być twarde i suche, odpowiednio pochylone, zabezpieczające cement przed ściekami wody deszczowej i zanieczyszczeń.

Podłogi magazynów zamkniętych powinny być suche i czyste zabezpieczające cement przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależy od miejsca przechowywania.

Cement nie może być użyty do betonu po okresie:

- 10 dni, w przypadku przechowywania go w zadaszonych składach otwartych,
- po upływie trwałości podanego przez wytwórnę, w przypadku przechowywania w składach zamkniętych.

Każda partia cementu posiadająca oddzielne świadectwo jakości powinna być przechowywana osobno w sposób umożliwiający jej łatwe rozróżnienie.

**2.2. Woda zarobowa**

Woda zarobowa do betonu powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008:2004.

Wodę przewiduje się czerpać z wodociągów miejskich, woda ta nie wymaga badania.

**2.3. Zbrojenie pali**

Do zbrojenia pali należy użyć dwuteowników szerokostopowych HEB100. Stal kształtowa stosowana do zbrojenia pali powinna spełniać wymagania PN-H-93452.

**3. Sprzęt**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB DM 00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt.3.

**3.1. Wiertnica**

Wiertnice na podwoziach gąsienicowych ze sterowaniem postępu wiercenia i iniekcji, przystosowane do wykonywania pali Jet Grouting. Założone obroty i szybkość wyciągania żerdzi iniekcyjnej kontrolowane są automatycznie poprzez programowany system hydrauliczny zsynchronizowany z czasomierzem.

**3.2. Pompy iniekcyjne**

Pompy iniekcyjne napędzane silnikami wysokoprężnymi o mocy ~ 300 kW o ciśnieniu zaczynu iniekcyjnego od 100 bar do 800 bar. Zaczyn doprowadzany jest węzami wysokociśnieniowymi do żerdzi iniekcyjnych i dysz iniekcyjnych.

**3.3. Miksery**

Zestaw urządzeń do mieszania oraz mieszalnik wolnoobrotowy gwarantują bardzo dokładne wymieszanie iniektu i stabilizowanie jego struktury do momentu zasadniczego procesu iniekcji. Składniki iniektu, pobierane z silosów, dobierane są precyzyjnie (sterowanie elektroniczne) wagowo.

**4. Transport**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.4.

Ładunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania pali powinny odbywać się tak, aby zachować ich parametry techniczne. Transport wiertnicy uzgodniony jest ze specjalistycznymi firmami transportowymi.

**5. Wykonanie Robót**

Ogólne zasady wykonywania Robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.5.

Wykonawca przed przystąpieniem do Robót przedstawi Inżynierowi do akceptacji Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty. Roboty należy wykonywać z uwzględnieniem skrajni dla maszyny pod obiektem a w razie konieczności z wykonaniem zabezpieczeń, które zapewnią właściwą skrajnię.

Roboty palowe powinny być realizowane na podstawie projektu technologicznego opracowanego przez Wykonawcę Robót, określającego cechy materiałowe pali, ciśnienie iniekcji, czas iniekcji i inne konieczne parametry pozwalające na uzyskanie niezbędnego udźwigu pali zgodnego z Dokumentacją Projektową.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w Dokumentacji Projektowej (Dokumentacji geotechnicznej), należy odpowiednio dostosować liczbę i wymiary pali – w uzgodnieniu z Inżynierem.

Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie wykonywania otworu w gruncie na nieprzewidziane przeszkody (kamienie, kłody, drewna, itp.).

**5.1. Wyznaczanie osi pali**

Osie pali oraz poziomy głowic powinny być wyznaczone geodezyjnie i oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.

**5.2. Formowanie pala Jet Grouting**

Zaczyn cementowy należy podawać pod odpowiednim ciśnieniem, centralną rurą rdzeniową żerdzi iniekcyjnej, zakończoną systemem dysz iniekcyjnych.

Po uformowaniu pala w świeżym zaczynie należy umieścić zbrojenie pala.

Próbki do badań na ściskanie pobiera się w czasie formowania pala, z wydostającego się na powierzchnię terenu gruntobetonu, w ilości nie mniejszej niż 6 szt. na dobę.

**5.3. Próbne obciążenia pala**

Próbne obciążenie pala wykonać na podstawie Projektu próbnego obciążenia opracowanego przez Wykonawcę.

Zasady określenia liczby i wyboru miejsca pali próbnie obciążonych oraz zasady wykonania Projektu próbnego obciążenia pala i wykonania próbnego obciążenia ujęto w STWiORB M 11.06.01.

**5.4. Tolerancje wykonania**

Tolerancje wykonania pala:

- rozstaw kolumn iniekcyjnych:  $\pm 5$  cm,
- głębokość formowania pali: -10 cm (tolerancji plusowej nie ogranicza się),
- wytrzymałość gruntocementu na ściskanie:
- dla próbek uformowanych z mieszaniny wypływającej z otworu: -10% (tolerancji plusowej nie ogranicza się),

- dla rdzeni kolumn iniekcyjnych: -5% (tolerancji plusowej nie ogranicza się).

### 5.5. Metryka pala Jet Grouting

#### METRYKA PALI JET GROUTING

BUDOWA: .....

OBIEKT: .....

Projektowana średnica: .....

Projektowana rzędna głowicy: .....

Projektowana nośność: .....

L.p.	Numer pala	Data wykonania	Długość [m]	Typ zbrojenia
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				

Data:

Kierownik Budowy:

## **6. Kontrola jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB DM.00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt.6.

### **6.1. Postanowienia ogólne**

Kontroli podlegają:

- tolerancje wymiarów pali,
- materiały użyte do wykonania pali jet-Grouting
- zakres robót palowych i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
- zgodność prowadzenia robót z wytycznymi technologicznymi określonymi w Projekcie Technologicznym,
- ewentualne badania specjalne - np. badania ciągłości pali.

Do odbioru Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- Dokumentację Projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- metryki pali wg wzoru zamieszczonego w pkt. 5.5.
- atesty na materiały,
- powykonawczy operat geodezyjny rozmieszczenia pali.
- wyniki badań gruntobetonu

### **6.2. Program badań**

#### **6.2.1. Badania przed rozpoczęciem budowy**

Sprawdzenie przygotowania terenu do palowania. Przygotowanie dróg dojazdowych dla sprzętu pomocniczego. Wykonanie zjazdów do wykopu.

#### **6.2.2. Badania w czasie robót**

- sprawdzenie jakości materiałów,
- sprawdzenie podłoża gruntowego,
- sprawdzenie głębokości pograżenia świdra,
- formowanie pala,
- kontrola ciągłości betonowania pala,
- kontrola ciśnienia podawanego betonu podczas formowania pala.

#### **6.2.3. Badanie odbiorcze**

- sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową,
- odbiór zgodny z wymogami STWiORB

### **6.3. Opis badań**

#### **6.3.1. Sprawdzenie przygotowania terenu**

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykopane ręcznie.

#### **6.3.2. Sprawdzenie jakości materiałów**

Jakość dostarczanych materiałów należy prowadzić na bieżąco zgodnie z wymaganiami STWiORB.

#### **6.3.3. Sprawdzenie podłoża gruntowego**

##### **6.3.3.1. Zakres badań**

Sprawdzenie podłoża polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w Dokumentacji Projektowej poprzez obserwację oporu wiercenia - kontrolę ciśnienia oleju, które wzrasta wraz z zwartością gruntu oraz sprawdzeniu zgodności warstw gruntu wyciąganego na świdrze z przyjętymi do obliczeń projektu.

##### **6.3.3.2. Sposób szczegółowego sprawdzania podłoża**

Sposób ten powinien być dostosowany do warunków gruntowych i miejscowych. Podczas wykonywania wiercenia otworu w gruncie należy rejestrować następujące parametry:

- opór wiercenia,
- prędkość obrotową świdra,
- prędkość pograżania świdra.

Należy wykonywać makroskopową ocenę gruntów zalegających w podłożu gruntowym. Pomiary w/w. parametrów i ich rejestracja odbywają się w sposób ciągły we wszystkich warstwach podłoża gruntowego.

**6.3.3.3. Sprawdzenie głębokości pograżenia świdra**

W miarę postępu robót sprawdza się głębokość pograżania świdra przez obserwację wskaźnika głębokości. Wiertnica powinna być wyposażona w ciągłą rejestrację głębokości wiercenia.

**6.3.4. Sprawdzenie formowania pala**

Badania, w trakcie formowania pala, polegają na sprawdzaniu z dokładnością  $\pm 10$  cm głębokości otworu, ilości wtłoczonego zaczynu cementowego, ciśnienia tłoczenia.

**6.3.5. Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową**

Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową polega na porównaniu wykonanych robót z Dokumentacją Projektową i niniejszą STWiORB. Położenie głowicy pala należy sprawdzać przez pomiary przymiarem z podziałką centymetrową i niwelatorem.

**6.3.6. Kontrola ciągłości betonowania pala**

W celu dokonania kontroli ciągłości betonowania pala należy wykonać badania dźwiękowe polegające na rejestracji fali wzbudzonej i odbieranej na głowicy pala. Pomiary należy rejestrować.

Pale przeznaczone do wykonania badań wyznacza Inżynier w ilości 20% łącznej liczby pali. Przy palach przeznaczonych do badań nie wolno wykonywać żadnych prac do czasu otrzymania rezultatów badań.

**6.3.7. Próby obciążeniowe**

W celu sprawdzenia nośności pali należy wykonać próbne obciążenia w oparciu o Projekt próbnego obciążenia Wykonawcy. Wykonawca opracuje wyniki z przeprowadzonych badań.

Obciążenia próbne należy wykonać wg STWiORB M.11.06.01.

**6.4. Kontrola wytrzymałość gruntocementu**

Podczas formowania kolumn iniekcyjnych należy pobrać próbki wypływającej z otworu mieszaniny gruntocementowej. Próbkę przechowywaną w warunkach zbliżonych do naturalnych, po 28 dniach twardnienia należy poddać próbie wytrzymałościowej na ściskanie. Przyjmuje się, że wytrzymałość tak pobranych próbek stanowi 70% wytrzymałości projektowanej dla gruntobetonu w kolumnach iniekcyjnych, która powinna wynosić  $R_{\min} \geq 5,0$  MPa.

Niezależnie od powyższych badań należy z kolumn iniekcyjnych po 28 dniach od daty iniekcji, pobrać metoda wiercenia rdzenie i poddać je badaniom wytrzymałościowym na ściskanie. Badania wytrzymałości na ściskanie należy wykonywać na próbkach o stosunku wysokości do średnicy 2,0.

Ilość próbek i miejsce pobrania określi Inżynier.

**7. Obmiar Robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.7.

**7.1. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiaru jest jeden metr bieżący (mb) wykonanego i odebranego pala typu jet grouting o średnicy i długości określonej w Dokumentacji Projektowej. Ilość wykonanych robót oblicza się na podstawie Dokumentacji Projektowej i uwzględnia pozostałe roboty i materiały obmierzone wg innych jednostek. Do długości pala nie wlicza się nadlewki betonu.

**8. Odbiór robót**

Ogólne zasady odbioru Robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.8.

Roboty powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWiORB oraz pisemnymi decyzjami Inżyniera.

Roboty objęte niniejszą STWiORB podlegają odbiorom częściowym i końcowym.

Pale należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami normy, jeżeli wszystkie badania opisane powyżej dały wyniki pozytywne i zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych. W przypadku stwierdzenia usterek nie nadających się do usunięcia, lecz niezagrożających bezpieczeństwu budowlanej w okresie jej całej przewidywanej eksploatacji, można warunkowo przyjąć pal.

W przypadku stwierdzenia negatywnych wyników badań Inżynier w porozumieniu z Projektantem winien stwierdzić:

- czy nie uzyskanie pozytywnych wyników wynika z błędów wykonania na skutek nie spełnienia wymogów niniejszej Specyfikacji lub nie zachowania zasad technologicznych, czy też jest to wynikiem rozbieżności rzeczywistych warunków gruntowych od określonych w dokumentacji geologicznej,
- czy zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych pali.

W przypadku, jeśli potrzeba wykonania dodatkowych pali nie wynika z winy Wykonawcy, roboty te będą robotami dodatkowymi za wykonanie, których Wykonawcy przysługuje dodatkowe wynagrodzenie.

**8.1. Odbiory częściowe**

Odbiory częściowe dokonywane są w oparciu o metryki pali i faktyczne ilości wykonywanych metrów bieżących pali.

W miarę możliwości Wykonawca winien jest sukcesywnie przekazywać atesty na zastosowane materiały.

## 8.2. Odbiory końcowe

Dla odbioru końcowego wymagane są:

- dokumentacja powykonawcza,
- atesty na zastosowane materiały,
- wyniki prób obciążeniowych zgodnie z PN-83/B-02482 „Nośność pali i fundamentów palowych”.

W przypadku niezgodności, choć jednego elementu robót z wymaganiami, roboty uznaje się za niezgodne z Dokumentacją Projektową i Wykonawca zobowiązany jest do ich poprawy na własny koszt.

## 9. Podstawa płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

Płaci się za metr bieżący (mb) pala typu jet grouting, zgodnie z określeniem podanym w p. 7.

### 9.1. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie wszystkich opracowań wymienionych w pkt.5 niniejszej STWiORB wraz z niezbędnymi uzgodnieniami;
- wykonanie wszystkich czynności określonych w niniejszej STWiORB oraz wynikających z opracowań wykonanych przez Wykonawcę, wymienionych w pkt. 5 niniejszej STWiORB;
- zastosowanie materiałów pomocniczych koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót,
- zapewnienie niezbędnych czynników produkcji,
- zakup i dostarczenie na plac budowy wszystkich niezbędnych materiałów,
- wykonanie dojazdów i stanowisk roboczych dla wiertnicy,
- usunięcie ewentualnych przeszkód,
- wykonanie pali,
- wykonanie zbrojenia pali,
- wykonanie pali próbnych,
- oczyszczenie terenu Robót,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów prób i sprawdzeń,
- oznakowanie miejsca Robót i jego utrzymanie.

## 10. Przepisy związane

### 10.1. Normy

PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali fundamentów na palach.
PN-78/B-02483	Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania.
PN-74/B-04452	Grunty budowlane. Badania polowe.
PN-H-93452	Dwuteowniki stalowe szerokostopowe walcowane na gorąco. Wymiary.

### 10.2. Inne dokumenty

G.D.D.P. Warszawa 1997 Vademecum bieżącego utrzymania i odnowy drogowych obiektów mostowych. Tom2 Fundamenty i podpory; rozdz. 2.3 Wzmacnianie podłoża metodą strumieniowej iniekcji wysokociśnieniowej

