

**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**  
**SST-07**

**DOSZCZELNIENIE GRUNTU WOKÓŁ BUDOWLI INŻYNIERSKICH METODĄ**  
**INIEKCJI STRUMIENIOWEJ „JET-GROUTING”**

## SPIS TREŚCI

1.	CZĘŚĆ OGÓLNA .....	76
1.1.	<i>Przedmiot SST .....</i>	76
1.2.	<i>Zakres stosowania SST.....</i>	76
1.3.	<i>Zakres robót objętych SST.....</i>	76
1.4.	<i>Ogólne wymagania dotyczące robót.....</i>	76
1.5.	<i>Określenia podstawowe .....</i>	76
2.	MATERIAŁY .....	76
2.1.	<i>Ogólne wymagania dotyczące materiałów.....</i>	76
2.2.	<i>Rodzaje materiałów.....</i>	77
3.	SPRZĘT.....	77
4.	TRANSPORT .....	78
5.	WYKONANIE ROBÓT.....	78
5.1.	<i>Wymagania ogólne dotyczące wykonania robót .....</i>	78
5.2.	<i>Wymagania szczegółowe dotyczące wykonania robót.....</i>	78
6.	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....	78
7.	OBMIAR ROBÓT .....	79
7.1.	<i>Wymagania ogólne dotyczące prowadzenia obmiaru robót.....</i>	79
7.2.	<i>Jednostka obmiarowa.....</i>	79
8.	ODBIÓR ROBÓT .....	79
8.1.	<i>Zakres odbiorów.....</i>	79
8.2.	<i>Sposób postępowania w przypadku uzyskania negatywnych wyników badań .....</i>	80
9.	PODSTAWA PŁATNOŚCI .....	80
9.1.	<i>Ogólne zasady płatności robót.....</i>	80
9.2.	<i>Cena jednostki obmiarowej.....</i>	80
10.	PRZEPISY ZWIĄZANE .....	81

## **1. Część ogólna**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania, odbioru robót i badań kontrolnych związanych z wykonywaniem kolumn iniekcyjnych techniką iniekcji strumieniowej „jet grouting”:

## **PRZEBUDOWA PRAWOSTRONNEGO WAŁU PRZECIWPOWODZIOWEGO RZeki WISŁY W KM 472+600-489+666 GMINA SOBIENIE JEZIORY, GMINA KARCZEW, MIASTO KARCZEW, MIASTO OTWOCK**

### **1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

### **1.3. Zakres robót objętych SST**

- Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania robót wymienionych w p. 1.1., związanych z: iniekcyjnym kształtowaniem kolumn, przy zastosowaniu technologii „jet grouting”. Wykonanie kolumn iniekcyjnych ma na celu doszczelnienie korpusu i podłoża wału w rejonie przejścia sieci gazowych oraz przepustów wałowych.

### **1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące zasad prowadzenia robót podano w OST-00.

### **1.5. Określenia podstawowe**

- Technologia „jet grouting”- sposób iniekcyjnego wzmocniania gruntu wraz z jego doszczelnieniem przy użyciu zaczynu wiążącego, w którym iniekt wyrzucany jest z dysz iniekcyjnych o średnicy od 1,5 do kilku mm w kierunku poziomym (po obwodzie zapuszczanego w grunt przewodu iniekcyjnego) strumieniem pod ciśnieniem mierzonym na króćcu tłocznym pompy, rzędu 10,0 – 100,0 MPa. Przewód iniekcyjny w trakcie wyrzucania iniektu podlega ruchowi posuwistemu i obrotowi. Prędkość wyciągania żerdzi powinna wynosić od 50 – 100 cm/min, liczba obrotów od 10-30 na minutę.
- Kolumna iniekcyjna (pal iniekcyjny) – zainiekowana bryła gruntu o kształcie zbliżonym do walca i średnicy określonej w Dokumentacji Projektowej, powstała w wyniku bezpośredniego wymieszania wtłaczanego zaczynu wiążącego z cząsteczkami gruntu (bryła gruntu o zmodyfikowanych właściwościach).
- Stopień wzmocnienia gruntu ( $S_w$ ) – stosunek objętości kolumn iniekcyjnych do ogólnej objętości bryły podłoża gruntowego podlegającej wzmocnieniu bądź doszczelnieniu. Stopień ten zależy od średnicy kolumn, ich rozstawu i głębokości.

## **2. Materiały**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Najczęściej stosowane są cement, woda i ewentualnie dodatki modyfikujące właściwości technologiczne zaczynu iniekcyjnego oraz stal zbrojeniowa w odpowiednim, przewidzianym w projekcie gatunku.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie zaczynów wiążących na bazie środków mineralnych i chemicznych, gwarantujących osiągnięcie celu założonego w Dokumentacji Projektowej.

Skład zaczynu, jak i wszystkie parametry techniczne formowania kolumn iniekcyjnych określa Wykonawca wzmocnienia w opracowanym projekcie technologicznym.

## 2.2. Rodzaje materiałów

### 2.2.1. Cement

Do iniekcyjnego formowania kolumn przy zastosowaniu technologii „jet grouting” wskazane jest stosowanie cementu portlandzkiego czystego tj. bez dodatków mineralnych o markach 32,5 R, 42,5R lub 52,5R. Nie wyklucza się zastosowania innych rodzajów cementów, pozwalających uzyskać żądane parametry techniczne wzmocnienia zawarte w Dokumentacji Projektowej.

Miejsca przechowywania cementu mogą być następujące:

- Dla cementu workowanego – składy otwarte (wydzielone miejsca zadaszone na otwartym terenie, zabezpieczone z boków przed opadami) lub magazyny zamknięte (pomieszczenia o szczelnym dachu i ścianach), ofoliowane palety.
- Dla cementu luzem – zbiorniki stalowe, żelbetowe lub betonowe przystosowane do pneumatycznego załadunku i wyładunku cementu luzem, zaopatrzone w otwory do przeprowadzania pomiarów poziomu cementu, włączy do czyszczenia oraz klamry na wewnętrznych ścianach.

Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależny jest od miejsca składowania. Cement nie może być użyty po okresie:

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

W przypadku zaczynów wykonanych na bazie innych środków wiążących, według indywidualnych receptur gwarantujących osiągnięcie celu projektowego, należy dołączyć instrukcje sporządzania oraz przechowywania poszczególnych składników i gotowego zaczynu.

### 2.2.2. Woda zarobowa

Wodę zarobową do sporządzenia zaczynów cementowych należy pobierać wprost z wodociągów lub studni albo dowozić beczkowozami ze sprawdzonych źródeł. Woda zarobowa powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008:2004. Woda wodociągowa nie wymaga badań. Woda ze studni lub innych miejsc uzyskania powinna spełniać warunki w/w normy.

## 3. Sprzęt

Do wykonania robót iniekcyjnych według technologii przewidzianej w niniejszej ST należy użyć specjalistyczny sprzęt składający się z następujących podstawowych elementów:

- Wiertnica wraz z osprzętem ( głowica iniecyjna, przewód iniecyjny, dysze),
- Ultramikser ( wysokoobrotowa mieszarka),
- Mieszalnik wolnoobrotowy
- Wysokociśnieniowa pompa iniecyjna (10 - 100 MPa)
- Manometry zegarowe wraz z ochraniaczem,
- Waga typu „Baroid” do pomiaru gęstości zaczynu cementowego.

Doboru sprzętu dokonuje wykonawca i uzgadnia go z Inżynierem (nadzorem inwestorskim).

#### 4. Transport

Transport materiałów i sprzętu wykonuje się ogólnodostępnymi środkami transportowymi dostosowanymi do przewozu określonych towarów.

#### 5. Wykonanie robót

##### 5.1. Wymagania ogólne dotyczące wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w OST-00.

##### 5.2. Wymagania szczegółowe dotyczące wykonania robót

Roboty iniekcyjne gruntu obejmują następujące czynności:

- Zainstalowanie sprzętu,
- Wytyczenie w terenie miejsc otworów iniekcyjnych zgodnie z Dokumentacją Projektową,
- Dokonanie przewiertów przez fundament i chudy beton,
- Wykonanie iniekcyjnego formowania kolumny iniekcyjnej „jet grouting”,
- Pobranie kontrolnych próbek mieszaniny iniekcyjnej i poddanie ich badaniu, celem stwierdzenia osiągnięcia wymaganych parametrów technicznych zawartych w Dokumentacji Projektowej,
- Usunięcie z terenu budowy odpadów i pozostałości procesu technologicznego,
- Wykonanie badań kontrolnych zleconych przez Inżyniera (nadzór inwestorski).

#### 6. Kontrola jakości robót

Zakres kontroli

Kontroli podlegają:

- materiały użyte do wykonania kolumn (pali) iniekcyjnych,
- roboty iniekcyjne i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
- wytrzymałość zmodyfikowanego gruntu (trzonu kolumn iniekcyjnych) na ściskanie,
- średnica kolumn,
- nośność kolumn o ile takie badanie jest przewidziane w projekcie.

Kontrola materiałów

Kontrola wykonywana wg zasad określonych w Projekcie Technicznym i w pkt2 niniejszej ST.

Kontrola robót iniekcyjnych i ich zgodności z Dokumentacją Projektową. Kontrolę należy prowadzić w trakcie robót iniekcyjnych, sprawdzając rozstaw otworów i ich głębokości, oraz rejestrując parametry techniczne formowania kolumn.

Dla każdej kolumny iniekcyjnej należy prowadzić metrykę, zawierającą następujące dane:

- Numer kolumny,
- Średnica wiercenia i uformowanej kolumny iniekcyjnej,
- Rzędna głowicy kolumny,
- Rzędna podstawy kolumny,
- Głębokość przewiertu przez fundament,
- Głębokość otworu,

- Rodzaj zaczynu iniekcyjnego,
- Gęstość zaczynu iniekcyjnego,
- Ilość wtłoczonego zaczynu (dm<sup>3</sup>) lub ilość zużytego cementu (kg),
- Ciśnienie iniekcji w trakcie formowania kolumny.

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

Kontrola wytrzymałości gruntocementu:

Podczas formowania kolumn iniekcyjnych należy pobrać próbki wypływającej z otworu mieszaniny gruntocementowej. Próbki przechowywane 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  $R_{min} 5,0 \text{ MPa}$ , a dla kolumn formowanych w gruntach pochodzenia organicznego (torfy, namuły)  $R_{min} 1,0 \text{ MPa}$ .

Niezależnie od powyższych badań należy z kolumn iniekcyjnych po 28 dniach od daty iniekcji, pobrać metodą 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 (nadzór inwestorski).

Tolerancje wykonania

rozstaw kolumn iniekcyjnych: 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 z kolumn iniekcyjnych: - 5% (tolerancji plusowej nie ogranicza się).

## 7. Obmiar robót

### 7.1. Wymagania ogólne dotyczące prowadzenia obmiaru robót

Ogólne zasady dokonywania obmiarów robót podano w OST-00.

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest jeden metr [1 m] uformowanej kolumny iniekcyjnej o określonej średnicy.

## 8. Odbiór robót

### 8.1. Zakres odbiorów

Odbiorom podlegają:

- materiały wyjściowe,
- wykonane kolumny iniekcyjne.

Końcowego odbioru dokonuje się na podstawie:

- stwierdzenia zgodności zakresu iniekcji z założonym w Dokumentacji Projektowej,
- stwierdzenia uzyskania parametrów założonych w Dokumentacji Projektowej na podstawie badań określonych w pkt 6 niniejszej ST.

## **8.2. Sposób postępowania w przypadku uzyskania negatywnych wyników badań**

W przypadku uzyskania negatywnych wyników badań Autor Dokumentacji Projektowej powinien stwierdzić:

- czy nie uzyskanie pozytywnych wyników badań jest skutkiem nie spełnienia wymogów niniejszej ST lub nie zachowania zasad technologicznych, czy też jest to wynik rozbieżności rzeczywistych warunków gruntowych od określonych w dokumentacji geologicznej,
- czy zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych kolumn iniekcyjnych celem zwiększenia stopnia wzmocnienia gruntu.

Jeśli potrzeba wykonania dodatkowych kolumn nie jest spowodowana winą Wykonawcy, roboty będą robotami dodatkowymi, za wykonanie których Wykonawcy przysługuje dodatkowe wynagrodzenie.

## **9. Podstawa płatności**

### **9.1. Ogólne zasady płatności robót**

Płaci się za odebraną ilość metrów [m] wykonanych kolumn iniekcyjnych wg ceny jednostkowej, która obejmuje zapewnienie wszystkich czynników produkcji tj.

- materiały,
- dostarczenie, zainstalowanie, późniejszy demontaż sprzętu do iniekcji,
- wytyczenie osi kolumn iniekcyjnych,
- dokonanie formowania kolumn,
- pobieranie prób mieszaniny gruntocementowej,
- wykonanie geodezyjnego operatu powykonawczego,
- usunięcie z terenu budowy odpadów i pozostałości procesu technologicznego,
- wykonanie badań kontrolnych,
- uporządkowanie miejsca pracy.

Wiercenia rdzeniowe w uformowanych kolumnach iniekcyjnych i badanie wytrzymałości na ścislenie pobranych rdzeni podlegają odrębnemu rozliczeniu.

Wykonanie badań zleconych przez Inżyniera (nadzór inwestorski) podlega oddzielnej zapłacie tylko wtedy gdy wyniki tych badań potwierdzają jakość robót zgodną z wymaganiami Specyfikacji Technicznej.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena jednostkowa obejmuje:

- dostawę na miejsce robot, montaż i demontaż oraz przestawianie rusztowań oraz innych konstrukcji pomocniczych, niezbędnych do wykonania prac,
- oczyszczenie powierzchni stali do stopnia czystości wymaganego dla rodzaju materiału stosowanego do wykonania zabezpieczenia powierzchni, która ma zostać poddana zabezpieczeniu,
- kontrolę jakości przygotowania podłoża,
- reprofilację – naprawę wszelkich stwierdzonych po oczyszczeniu uszkodzeń i ubytków przy zastosowaniu preparatów zgodnych z systemem zabezpieczenia antykorozyjnego – powłoki antykorozyjnej,
- pielęgnację materiału naprawczego na powierzchni obszarów poddanych reprofilacji,
- naniesienie w odpowiedniej ilości cykli technologicznych (w zależności

od zastosowanej technologii wykonania oraz wymagań producenta stosowanych materiałów)  
materiału powłoki właściwej na powierzchnię zabezpieczaną,

- pielęgnację materiału na powierzchni obszarów poddanych zabezpieczeniu zgodnie z wymaganiami dla określonego rodzaju materiału,
- dostarczenie wszystkich materiałów podstawowych i pomocniczych,
- zastosowanie niezbędnego sprzętu (dźwigów, środków transportowych) i konstrukcji pomocniczych,
- oczyszczenie sprzętu i miejsca robót,
- odwiezienie materiałów odpadowych na miejsce zaakceptowane przez Inspektora Nadzoru,
- montaż, demontaż i przemieszczanie w obrębie budowy urządzeń towarzyszących,
- wykonanie badań i pomiarów zgodnych z SST.

#### **10.Przepisy związane**

PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar

PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe

PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

PN-EN 12716 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Iniekcja strumieniowa.

PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesu produkcji betonu.

PN-EN 196-3:Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości

PN-EN 196-6:Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia

PN-EN 197-1: 2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.

PN-EN 197-2: 2002 Cement. Część 2: Ocena zgodności

PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

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