

## **Załącznik 1**

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

## **WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO KOLUMNAMI ŻWIROWYMI WYKONANYMI METODĄ WYMIANY DYNAMICZNEJ**

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych ze wzmocnieniem słabej strefy podłoża gruntowego przez wykonanie kolumn z kruszywa metodą wymiany dynamicznej, dla potrzeb posadowienia projektowanego nasypu drogowego drogi powiatowej nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+240.

### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót metodą wymiany dynamicznej, tj. za pomocą formowanych dynamicznie kolumn z kruszywa, na terenie projektowanej inwestycji droga powiatowa nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+240. Ustalenia obejmują:

- geodezyjne wytyczenie kolumn,
- wykonanie zaprojektowanych kolumn metodą wymiany dynamicznej,
- przeprowadzenie badań kontrolnych potwierdzających jakość wykonanych kolumn,
- opracowanie dokumentacji powykonawczej.

### 1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej specyfikacji są zgodne z odpowiednimi normami.

- 1.4.1. **kolumna żwirowa** – kolumna z kruszywa uformowana bezpośrednio w gruncie rodzimym, ubijakami do konsolidacji dynamicznej, zrzuconymi z odpowiedniej wysokości za pomocą specjalnych urządzeń dźwigowych.
- 1.4.2. **ubijak do konsolidacji dynamicznej** – blok masywny, o kształcie dwóch ściętych stożków, zetkniętych większymi podstawami, o masie rzędu  $8 \div 15$  t i o maksymalnej średnicy rzędu 1,0 m oraz o wysokości ok. 2,0 m.
- 1.4.3. **urządzenie dźwigowe do konsolidacji dynamicznej** – specjalna maszyna z wysokim masztem linowym, umożliwiającą uniesienie ubijaka przy zamkniętym zbloczu, a następnie odczepianie ubijaka (w wyniku samoczynnego otwarcia zblocza) i jego swobodne spadanie.

1.4.4. **platforma robocza** – w rozważanym przypadku kolumny formowane dynamicznie można będzie wykonywać bez wykonywania nasypu specjalnej platformy roboczej na terenie wydzielonych stref IA i II, gdzie roboty mogą być realizowane bezpośrednio na powierzchni istniejących nasypów zalegających tu w dość grubej warstwie i dość dobrym zagęszczeniu. Na niedużym fragmencie powierzchni, obejmującym lokalne zagłębienie po starym korycie rzeki, potrzebne będzie jednak zasypanie tego zagłębienia zagęszczonym nasypem do wysokości sąsiedniego (wyrównanego) terenu, tj. do rzędnej ok. 70,00 m n.p.m.

Na terenie strefy IA należy wykonać platformę roboczą o wysokości 0,60 m, ułożoną na powierzchni istniejącego terenu. Założono, że platforma robocza będzie powierzchniowo powiększona o 3,0 m poza dolną krawędź projektowanego nasypu drogowego.

## 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z: Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Inżyniera Kontraktu.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, powinny być zgodne z obowiązującymi normami i specyfikacjami technicznymi.

### 2.2. Kruszywo do dynamicznej wymiany gruntów

2.2.1 **Grunty i kruszywa** – Do wykonania kolumn z kruszywa należy użyć kruszywa naturalnego tj. żwiru, pospółki zgodnych z PN-B-02480:1986 lub kruszywa grubookruchowego. Kruszywo mineralne (żwiry, pospółki) powinno charakteryzować się „dobrym uziarnieniem” ze względu na zagęszczalność, tj.  $U > 4$  i  $C > 1$ , przy jednoczesnym spełnieniu obu warunków. Możliwym jest zastosowanie kruszywa grubookruchowego (lub gruzu betonowego) do uformowania tylko stopy kolumny.

2.2.2 Materiał przeznaczony do wykonania wymiany dynamicznej musi być zaakceptowany przez Projektanta wzmocnienia gruntu. Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia

badan kontrolnych materiału zasypowego w celu potwierdzenia jego przydatności do wymiany gruntu.

Wymaga się co najmniej następującego zakresu badań kontrolnych materiału zasypowego, potwierdzających zgodność zastosowanego materiału z ustaleniami projektowymi (opisanymi wcześniej w rozdz. 2.2.1):

- a) dla uzyskania akceptacji materiału zasypowego:
  - min. 3 badania przesiewu, przy czym próbki do badania należy pobrać losowo z hałdy przemysłowo przygotowanego materiału zasypowego, o objętości hałdy co najmniej 30 m<sup>3</sup>,
- b) w czasie wykonywania kolumn (kontrola bieżąca):
  - co najmniej 3 badania przesiewu na 50 szt. kolumn, przy czym próbki do badania należy pobrać losowo z hałdy przemysłowo przygotowanego materiału zasypowego.

### **3. SPRZĘT**

Używany sprzęt powinien posiadać wymagane atesty i być zgodny z wymaganiami odpowiednich specyfikacji technicznych.

#### **3.1. Dobór sprzętu do wymiany dynamicznej**

Sprzęt do wymiany dynamicznej powinien zostać dobrany w sposób indywidualny zależnie od:

- głębokości wymiany,
- obszaru objętego wymianą,
- sposobu prowadzenia robót.

Sprzęt potrzebny przy wzmacnianiu rozważanego słabego nasypowego podłoża jest następujący:

- urządzenia dźwigowe konsolidacji dynamicznej na bazie koparki linowej UNIKOP KU1207 oraz na bazie koparki KM-602M z osprzętem,
- wozidła, koparko-ladowarka – do zasypania kruszywem wykonanego zagłębienia w gruncie za pomocą ubijaka.

### **4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu muszą być zgodne z obowiązującymi specyfikacjami technicznymi. Operacje związane z czynnościami wyładunkowymi organizuje Wykonawca robót z zachowaniem obowiązujących przepisów BHP.

#### 4.1. Transport urządzenia dźwigowego

Urządzenie dźwigowe do wykonywania kolumn z kruszywa będzie transportowane na plac budowy na naczepie przystosowanej do transportu sprzętu budowlanego.

#### 4.2. Transport kruszywa

Środki transportu powinny być dostosowane do rodzajów i ilości przewożonych ładunków. Transport kruszywa będzie realizowany dowolnymi środkami transportowymi samowyladowczymi.

### 5. WYKONANIE ROBÓT

#### 5.1. Zakres wykonania robót

Rozmieszczenie kolumn zgodnie z dokumentacją projektową.

Praktycznie wielokrotnie sprawdzono, że przy zastosowaniu energii pochodzącej od ubijaka o masie  $12 \div 15$  ton zrzucanego z wysokości  $12,0 \div 15,0$  m, w podobnych warunkach gruntowych, możliwym jest uzyskanie kolumny o długości  $6,0 \div 7,0$  m.

Potrzebna długość każdej kolumny będzie indywidualnie weryfikowana w czasie jej wykonawstwa, na zasadzie: taka długość „ile weźmie” podłoże. Kres zasięgu głębokości jest praktycznie widoczny przez unoszenie powierzchni terenu podczas formowania kolumny.

Wstępnie założono, że długość kolumn będzie wynosiła **średnio 6,0 m**.

Taka głębokość będzie skutkowała wzmocnieniem (w strefie II) słabych i ściśliwych warstw obejmujących:

- przypowierzchniowe nasypy (warstwa I),
- namuły organiczne i torfy w warstwie IIA1,
- namuły organiczne i torfy w warstwie IIA2.

**Średnice kolumn** zależą od podatności słabego podłoża gruntowego. W rozważanych warunkach gruntowych możliwe będzie uzyskanie wybijanych kolumn o średnicy w przedziale 1,50 do 2,00 m, przyjęto **średnio 1,70 m**.

#### 5.2. Badania efektywności kolumn na poletku próbnym

Przed przystąpieniem do wykonania właściwych robót, zgodnie z „Projektem Wykonawczym”, Wykonawca przeprowadzi badania efektywności zagęszczania gruntu

metodą dynamicznej wymiany na 1 poletku próbnym, gdzie należy wykonać (z projektowanych) co najmniej 5 kolumn, z czego badaniom poddana zostanie kolumna umiejscowiona w środku. Celem tych badań jest ustalenie optymalnej energii (wysokość opadania, masa ubijaka). Efektywność wzmocnienia należy sprawdzić za pomocą sondowania dynamicznego. Przed wykonaniem sondowań kontrolnych należy wyrównać i zagęścić powierzchnię roboczą. Głębokość wykonanych kolumn powinna być zgodna z ustaleniami Projektu Wykonawczego, z uwzględnieniem ewentualnych zaakceptowanych korekt długości kolumn, a spowodowanych nieprzewidywalnymi nowymi uwarunkowaniami wykonawczymi.

### **5.3. Metoda wzmocnienia podłoża**

Dynamiczna wymiana gruntów jest stosowana gdy w podłożu występują nienośne nasypy lub grunty organiczne. Metoda ta jest bardzo efektywna gdy grubość słabych gruntów jest nie większa niż  $6,0 \div 7,0$  m. Wymiana ta rozpoczyna się od ułożenia platformy roboczej - o grubości uzależnionej od nośności i dostępności podłoża na wzmacnianym terenie - która umożliwi ruch maszyn budowlanych. Z platformy roboczej formuje się w podłożu słabonośnym kolumny z kruszywa (opisanego w p. 2.2.1). Gdy nośność istniejącej powierzchni terenu jest wystarczająca, można zrezygnować z wykonywania dodatkowego nasypu dla potrzeb platformy roboczej.

Formowanie kolumn polega na wybiciu kilkoma uderzeniami w podłożu kawerny, do której wsypuje się materiał formujący kolumnę, ponownie go ubija i dosypuje do powstałej kawerny kolejne porcje kruszywa. Trwa to aż do zaniku osiadań gruntu (zgodnie z pkt 6.1. niniejszej specyfikacji) przy kolejnych uderzeniach. Kształt i przekrój kolumny zależy od energii uderzeń ubijaka i od jego rozmiarów, a także od parametrów geotechnicznych słabego podłoża. Należy stosować ubijaki typu ciężkiego o powierzchni przekroju poprzecznego od  $0,75$  do  $1 \text{ m}^2$ . Zalecana masa ubijaka nie mniejsza niż 8 ton przy energii uderzania  $1,2 \div 1,5 \text{ MNm}$ .

### **5.4. Wytyczenie siatki kolumn**

Lokalizację kolumn należy wyznaczyć geodezyjnie zgodnie z Dokumentacją Projektową.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1 Kontrola jakości robót podlega na:

6.1.1 Pomiar wpędu ubijaka podczas wbijania w otwór (wpęd oznacza zagłębienie się końcówki ubijaka po jednym uderzeniu). Zakończenie formowania kolumny nastąpi po uzyskaniu wpędu ubijaka nie większego niż 0,5 m. Po otrzymaniu granicznej wartości wpędu uważa się kolumnę za uformowaną.

Do każdej uformowanej kolumny żwirowej **należy załączyć metrykę formowania**.

6.1.2 Badanie sondą dynamiczną lekką stopnia zagęszczenia kolumn żwirowych.

Wymagane kryterium  $I_D \geq 0,45$ .

### 6.2 Rodzaj i ilość badań kontrolnych (do wykonania na każde 50 szt. kolumn):

- jakość wykonanych kolumn sprawdzić w 3 badaniach sondą dynamiczną,
- wykonać badania stopnia zagęszczenia nasypów usytuowanych między wykonanymi kolumnami, w 3 dodatkowych sondowaniach sondą dynamiczną.

### 6.3. Postępowanie z wadliwie wykonanymi kolumnami

W przypadku wykonania wzmocnienia niezgodnie z Projektem Wykonawczym i niniejszą Specyfikacją Techniczną Wykonawca powinien naprawić wzmocnienie w sposób zaakceptowany przez Inżyniera. W przypadkach wątpliwych należy zasięgnąć opinii Projektanta wzmocnienia podłoża.

## 7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest m (metr bieżący) wykonanej kolumny.

Podstawą do rozliczenia wykonanej wymiany dynamicznej jest projekt powykonawczy.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Wykonane roboty podlegają odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu, na podstawie :

- liczby i długości kolumn z kruszywa wykonanych w siatce zgodnej z Dokumentacją Projektową, oszacowanych zgodnie z pkt. 5.1.

Po wykonaniu kolumn Wykonawca przedłoży n/w dokumenty :

- schemat tyczenia siatki kolumn,
- dokumentację powykonawczą, z inwentaryzacją miejsc, numerów i długości kolumn (z zaznaczeniem kolumn testowych) oraz wyniki badań kolumn testowych.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

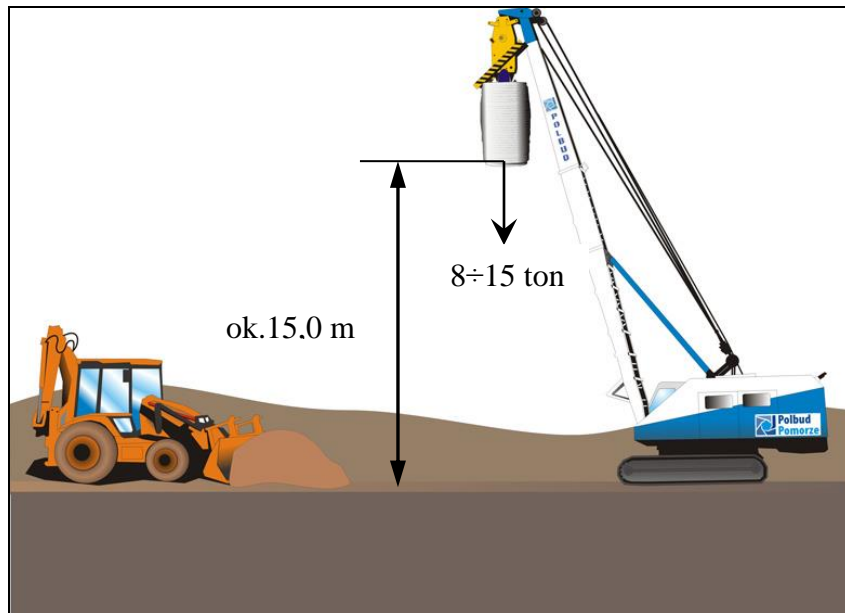
Cena wykonania 1 m kolumny zawiera:

- geodezyjne prace pomiarowe,
- oznakowanie robót,
- wykonanie kolumn wybijanych, łącznie z zakupem kruszuwa,
- wykonanie badań kontrolnych,
- opracowanie dokumentacji powykonawczej.

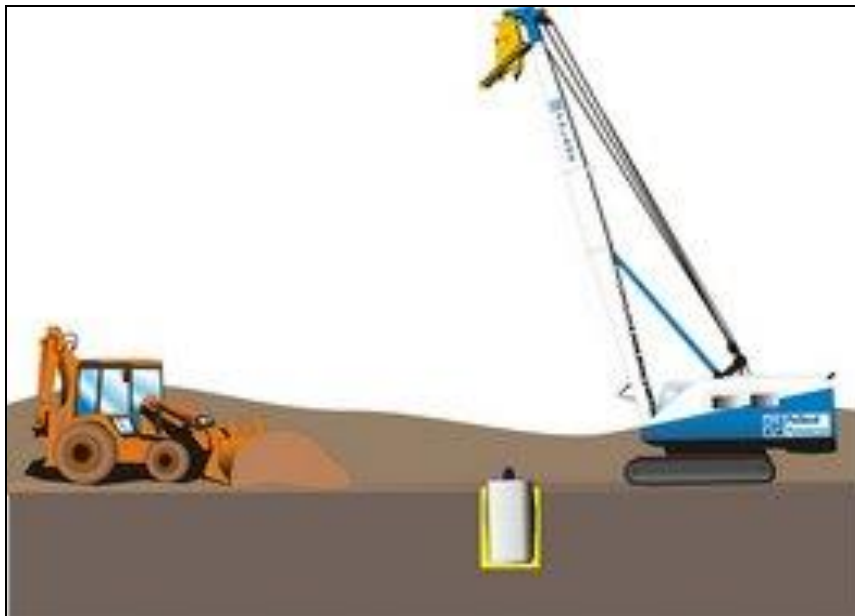


## 10. SCHEMAT WYKONYWANIA KOLUMN FORMOWANYCH DYNAMICZNIE

Kolejne fazy dynamicznego formowania kolumn (powtarzane cyklicznie):



FAZA 1

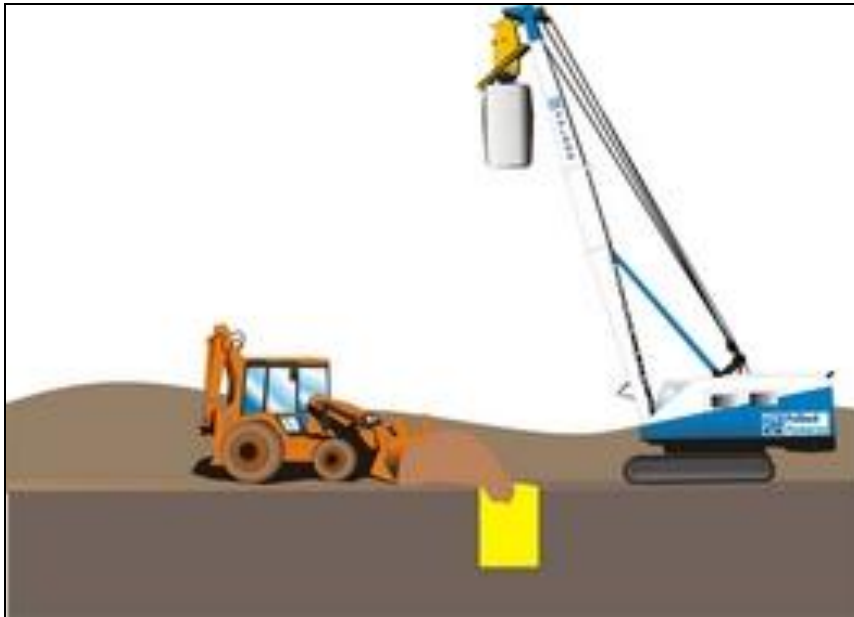


FAZA 2

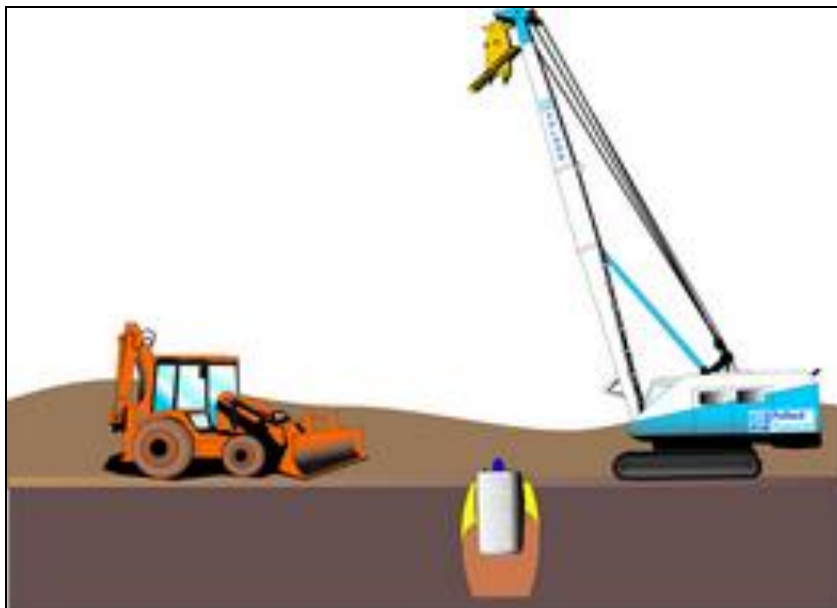
## GEOTECHNICZNY PROJEKT

alternatywnych sposobów wzmocnienia słabego podłoża dla posadowienia projektowanego nasypu drogowego  
drogi powiatowej nr 2489P Borówiec – Koninko w km 0+975 do 1+240

---



**FAZA 3**



**FAZA 4**