




Zamierzenie budowlane:	<b>BUDOWA REGIONALNEJ DROGI RACIBÓRZ – PSZCZYNA</b> ETAP V: km 10+221,00– km 14+344,10																																
Adres obiektu:	Województwo śląskie Miasta Rybnik i Żory																																
Umowa nr:	Umowa nr D-342/00046/11 z dnia 02.11.2011r																																
Inwestor:		<b>MIASTO RYBNIK</b> ul. Bolesława Chrobrego 2 44-200 Rybnik Działając jako Inwestor bezpośredni oraz zastępczy:																															
		<b>MIASTA ŻORY</b> Al. Wojska Polskiego 25 44-240 Żory																															
Biuro projektowe:		<b>MP- MOSTY Sp. z o.o</b> ul. Dekerta 18, 30-703 Kraków Tel. (012) 312-18-78, fax. (012) 312-18-70 biuro@mpmosty.pl																															
Rodzaj projektu:	<b>SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH</b>																																
Branża:	<b>DROGOWA – WZMOCNIENIA</b>																																
Kody CPV:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dział</th> <th>Grupy</th> <th>Klasy</th> <th>Kategorie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="15">45000000-7</td> <td rowspan="3">45100000-1</td> <td rowspan="3">45110000-8</td> <td>45111000-8</td> </tr> <tr> <td>45112000-5</td> </tr> <tr> <td>45113000-2</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">45200000-9</td> <td rowspan="2">45220000-5</td> <td>45221000-2</td> </tr> <tr> <td>45223000-6</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">45230000-8</td> <td>45231000-5</td> </tr> <tr> <td>45232000-2</td> </tr> <tr> <td>45233000-9</td> </tr> <tr> <td>45234000-6</td> </tr> <tr> <td>45240000-1</td> <td>45244000-9</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">45300000-0</td> <td rowspan="4">45310000-3</td> <td>45314000-1</td> </tr> <tr> <td>45316000-5</td> </tr> <tr> <td>45317000-2</td> </tr> <tr> <td>45340000-2</td> <td>45342000-6</td> </tr> </tbody> </table>					Dział	Grupy	Klasy	Kategorie	45000000-7	45100000-1	45110000-8	45111000-8	45112000-5	45113000-2	45200000-9	45220000-5	45221000-2	45223000-6	45230000-8	45231000-5	45232000-2	45233000-9	45234000-6	45240000-1	45244000-9	45300000-0	45310000-3	45314000-1	45316000-5	45317000-2	45340000-2	45342000-6
Dział	Grupy	Klasy	Kategorie																														
45000000-7	45100000-1	45110000-8	45111000-8																														
			45112000-5																														
			45113000-2																														
	45200000-9	45220000-5	45221000-2																														
			45223000-6																														
		45230000-8	45231000-5																														
			45232000-2																														
			45233000-9																														
			45234000-6																														
		45240000-1	45244000-9																														
		45300000-0	45310000-3	45314000-1																													
	45316000-5																																
	45317000-2																																
	45340000-2			45342000-6																													
	Data:	LUTY 2023		Egzemplarz nr:	1																												



---

<b>D.10.00.00</b>	<b>INNE ROBOTY .....</b>	<b>4</b>
D.10.25.01	Ciężkie ubijanie .....	4
D.10.25.02	Geosyntetyki.....	10
D.10.25.03	Gwoździe.....	20
D.10.25.04	Kolumny kamienne.....	28
D.10.26.05.	Wzmocnienie podłoża gruntowego za pomocą technologii wibrowymiany .....	32
D.10.25.06	Wzmacnianie podłoża gruntowego metodą wgłębnego mieszania na mokro (DSM).....	38
D.10.25.07	Wymiana gruntu .....	48

## **D.10.00.00 INNE ROBOTY**

### **D.10.25.01 CIĘŻKIE UBIJANIE**

#### **1. WSTĘP**

##### **1.1 Przedmiot st**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą ciężkiego ubijania w ramach inwestycji: „Budowa Drogi Regionalnej Racibórz-Pszczyna km 0+000,00 - km 14+344,10”.

##### **1.2 Zakres stosowania st**

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako kontraktowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

##### **1.3 Zakres robót objętych st**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą ciężkiego ubijania, zgodnie z lokalizacją określoną w dokumentacji projektowej.

##### **1.4 Określenia podstawowe**

**Wzmocnienie podłoża** - trwałe nadanie podłożu gruntowemu właściwości zwiększających jego nośność oraz zmniejszających odkształcalność i wrażliwość na wpływ czynników atmosferycznych.

**Wzmocnienie podłoża metodą ubijania** - metoda wzmacniania gruntu przy użyciu spadających ubijaków, zagęszczających warstwę gruntu uderzeniami.

**Ubijanie „ciężkie”** - konsolidacja dynamiczna podłoża gruntowego uderzeniami ubijaka o masie 8 – 40 t, zrzucanego z wysokości 2 – 30 m.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

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

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

#### **2. MATERIAŁY**

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

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

##### **2.2 Materiały do wykonania robót**

###### **2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową**

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub Specyfikacji.

###### **2.2.2. Stosowane materiały**

Przy zagęszczaniu większości gruntów, zwłaszcza gruntów niespoistych, nie nawodnionych, zwałowisk odpadów itp. zwykle nie ma potrzeby stosowania żadnych dodatkowych materiałów. Do uzupełniania kraterów należy stosować grunt niespoisty przeznaczony do budowy nasypów zgodnie ze specyfikacją D.02.03.01 Wykonanie nasypów dla robót drogowych. Materiał musi być zaakceptowany przez Inżyniera.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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

#### **3.2 Sprzęt do wykonania robót**

Przy wzmacnianiu podłoża gruntowego metodą ubijania Wykonawca, w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót, związanej z masą ubijaka i wysokością jego spadania wskazaną w projekcie, jak np.:

- katarów,
- żurawi z możliwie długimi wysięgnikami,
- samobieżnych dźwigów typu ciężkiego, zwykle gąsienicowych,
- specjalnych urządzeń skonstruowanych do celów ubijania udarowego.

Dodatkowo przy wykonywaniu wzmocnienia należy wykorzystywać ładowarki służące do zasypywania leja powstającego po zrzucaniu ubijaka, a także spycharki i ciężkie walce wibracyjne służące do wyrównania i zagęszczenia wierzchniej części podłoża po zakończeniu konsolidacji dynamicznej.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **4.2 Transport materiałów**

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i mieszaniem z innymi materiałami.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1 Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

#### **5.2 Zasady wykonywania robót**

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i niniejszą specyfikacją.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze,
- wzmocnienie wgłębne podłoża metodą ciężkiego ubijania (konsolidacji dynamicznej),
- profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu,
- roboty wykończeniowe.

#### **5.3 Roboty przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej lub wskazań Inżyniera:

- ustalić lokalizację terenu robót,
- ustalić lokalizację ewentualnych instalacji podziemnych,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary geodezyjne niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,

- wytyczyć miejsca zrzucania ubijaka,
- wykonać prace udostępniające teren robót,
- wyrównać i zagęścić wierzchnią warstwę istniejącego terenu w celu umożliwienia poruszania się ciężkiego sprzętu.

#### **5.4 Roboty przy wzmacnianiu wgłębnym podłoża metodą ubijania**

Sposób wykonania robót przy wzmacnianiu wgłębnym podłoża metodą ciężkiego ubijania powinien być zgodny z dokumentacją projektową, niniejszą ST i wskazaniem Inżyniera.

Należy zachować odległość ubijania min. 50 m od pobliskich budowli. W przypadku wystąpienia uzbrojenia terenu (sieci gazowe, sieci energetyczne, itd.) należy zachować odległość od obszaru ciężkiego ubijania zgodnie z Projektem Wykonawczym. Przed rozpoczęciem robót należy dokonać oceny ich stanu i wrażliwości na działanie drgań. W razie potrzeby należy lokalnie ograniczyć energię uderzeń i/lub zastosować zabiegi ograniczające wpływ drgań.

Ciężkie ubijanie (konsolidacja dynamiczna) odbywa się z energią uderzeń ubijaków o masie 8 – 40 t, zrzucanych z wysokości 10 do 30 m. Pozwala to wzmacniać podłoże do głębokości 10÷20 m, a w wyjątkowych warunkach jeszcze większej. Ubijanie wykonuje się w siatce od 2 x 2 do 6 x 6 m (w zależności od wielkości stosowanego ubijaka). Typowe głębokości wzmocnienia wynoszą od 5 do 15 m. Wykonanie wzmocnienia polega wielokrotnym (zwykle ok. 5-10) zrzucaniu ubijaka w jedno miejsce, z pełnej wysokości. W zależności od potrzeby, utworzony krater zasypuje się materiałem użytym do budowy platformy roboczej lub dopuszczonym do budowy nasypu. Ubijanie prowadzi się aż do momentu, gdy nastąpi znaczna redukcja wpędu ubijaka (wpęd mniejszy niż 10% sumy dotychczasowych wpędów) lub widoczne jest wypiętrzanie gruntu przyległego, co świadczy o zakończeniu procesu zagęszczania głębszych warstw gruntu. Zarówno ciężar wykorzystywanego ubijaka, jak i rozstaw miejsc ubijania (tzw. kraterów głównych), winny być szczegółowo określone w projekcie wykonawczym wzmocnienia.

Po wykonaniu kraterów głównych należy przystąpić do tzw. fazy „prasowania”, która to czynność polega na zrzucaniu tego samego ubijaka z mniejszej wysokości (zazwyczaj z połowy lub mniej), w zależności od efektywności ubijania w danym terenie (zwykle od 3 do 5 uderzeń). Miejsca zrzutów ubijaka w tej fazie znajdują się pomiędzy kraterami głównymi.

#### **5.5 Profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu**

Jeśli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, to warstwę wyrównawczą lub teren poddany wzmocnieniu metodą ciężkiego ubijania należy wyprofilować i zagęścić.

Po usunięciu z powierzchni wszelkich zanieczyszczeń należy sprawdzić czy istniejące rzędne terenu umożliwiają uzyskanie, po profilowaniu, zaprojektowanych rzędnych podłoża. Zaleca się, aby rzędne terenu przed profilowaniem były o co najmniej 5 cm wyższe niż projektowane rzędne podłoża. Jeśli występują zaniżenia poziomu w podłożu przewidzianym do profilowania, to należy spulchnić podłoże na głębokość zaakceptowaną przez Inżyniera, dowieźć dodatkowy grunt spełniający wymagania dokumentacji projektowej w ilości koniecznej do uzyskania wymaganych rzędnych wysokościowych i zagęścić warstwę do uzyskania wartości wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Do profilowania podłoża można stosować równiarki lub inny sprzęt zaakceptowany przez Inżyniera.

Po profilowaniu podłoża należy przystąpić do jego zagęszczania, które zaleca się wykonać walcami lub zagęszczarkami wibracyjnymi.

## 5.6 Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową i STWiORB D-02.01.01. Do robót wykończeniowych należą prace związane z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- zagęszczenie ciężkim walcem wibracyjnym wierzchniej warstwy podłoża po ciężkim ubijaniu, a w przypadku braku możliwości osiągnięcia parametrów zawartych w D-02.03.01 rozłożenia ok 40 cm warstwy materiału dopuszczonego do budowy nasypu i zagęszczenie go,
- makroniwelacja do założonych projektem rzędnych terenu,
- roboty porządkujące otoczenie terenu robót.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.2 Ogólne zasady kontroli jakości robót

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

### 6.3 Kontrola w czasie robót

Sprawdzenie jakości wykonanej modyfikacji podłoża oraz jej bieżąca kontrola polega na sprawdzaniu rozstawu punktów wzmacniania oraz zgodności ich lokalizacji z projektem. Podczas wykonywania wzmocnienia należy prowadzić raporty wykonania ciężkiego ubijania zawierające takie informacje jak:

- podstawowe informacje odnośnie używanego sprzętu: rodzaj ubijaka, możliwa wysokość podnoszenia,
- numer krateru i jego lokalizację,
- datę wykonania,
- liczbę uderzeń ubijaka, wysokości z jakiej zostawał on zrzucany,
- pomiar wpędu ubijaka,
- liczbę zasypów krateru materiałem oraz całkowitą objętość zużytego materiału.

Dopuszczalne odchylenie położenia kraterów względem punktu teoretycznego nie powinno przekraczać 50 cm.

### 6.4 Kontrola po wykonaniu robót

Na każde 200 punktów ciężkiego ubijania w miejscach wskazanych przez Inspektora Nadzoru lub Projektanta należy wykonać minimum 1 badanie w postaci wielkowymiarowego próbnego obciążenia płytą sztywną. Minimalne wymiary płyty to 1,0x1,0m lub średnica nie mniejsza niż 0,95m. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z przepisami normy PN-S-02205:1998 jak dla badania płytą VSS. Poziom obciążenia – do 160 kPa. Jako wartości minimalne należy przyjąć moduł odkształcenia pierwotnego  $E_1 \geq 10 \text{ MPa}$  oraz wskaźnik odkształcenia  $I_0 \leq 3,0$ .

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1 Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 7.2 Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest  $\text{m}^2$  (metr kwadratowy) wykonanego wzmocnienia podłoża.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, specyfikacją i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania kontrolne opisane w punkcie 6 dały wyniki pozytywne.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Cena jednostki obmiarowej obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- inwentaryzacja stanu technicznego budynków w zasięgu drgań powstałych w trakcie ciężkiego ubijania,
- oznakowanie miejsca prowadzenia robót,
- wykonanie wzmocnienia gruntu metodą ciężkiego ubijania,
- sporządzenie metryki każdego punktu wzmocnienia,
- przeprowadzenie pomiarów i badań kontrolnych określonych w niniejszej specyfikacji technicznej,
- koszt transportu sprzętu,
- zapewnienie bezpieczeństwa prowadzonych robót,
- uporządkowanie terenu budowy.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE I MATERIAŁY DODATKOWE

### Normy

- [1] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
- [2] PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [3] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [4] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- [5] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [6] PN-EN ISO 9001:2001 Systemy zarządzania jakością Wymagania.

### Instrukcje i wytyczne

- [7] Wytyczne wzmocniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2002.





## **D.10.25.02 GEOSYNTETYKI**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1 PRZEDMIOT ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z zabezpieczeniem skarp nasypów za pomocą wkładek geosyntetycznych oraz ze wzmocnieniem podłoża za pomocą geomateracy w ramach inwestycji: „Budowa Drogi Regionalnej Racibórz-Pszczyna km 0+000,00 - km 14+344,10”.

#### **1.2 ZAKRES STOSOWANIA ST**

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako kontraktowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

#### **1.3 ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z zabezpieczeniem skarp nasypów za pomocą wkładek geosyntetycznych oraz ze wzmocnieniem podłoża za pomocą geomateracy, zgodnie z lokalizacją określoną w dokumentacji projektowej.

#### **1.4 OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

**Geosyntetyk** – materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z wysoko spolimeryzowanych włókien syntetycznych jak polietylen, polipropylen, poliester, charakteryzujący się m.in. dużą wytrzymałością oraz wodoprzepuszczalnością.

**Geotkanina** – materiał tkany wytwarzany z włókien syntetycznych przez przeplatanie dwóch lub więcej układów przędz, włókien, filamentów, taśm lub innych elementów.

**Geomaterac** – warstwa kruszywa otoczona materiałem geosyntetycznym.

**Zbrojenie geosyntetykiem budowli ziemnej** – wykorzystanie właściwości geosyntetyku przy rozciąganiu (wytrzymałości, sztywności) do poprawienia właściwości mechanicznych warstwy gruntu.

**Nasyp** - drogowa budowla ziemna wykonana powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego.

**Nasyp zbrojony geosyntetykiem** - nasyp ziemny z ułożonymi warstwami geosyntetyku, zwiększającymi stateczność budowli i jej skarp.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **1.5 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

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

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

### **2. MATERIAŁY**

#### **2.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## 2.2 MATERIAŁY DO WYKONANIA ROBÓT

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub Specyfikacji.

### 2.2.1. Geosyntetyki

Zakłada się zbrojenie skarp nasypów (o wysokości większej niż 4m) konstrukcją z gruntu zbrojonego wkładkami z geosiatki o wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej  $F_{d_{min}} = 30 \text{ kN/m}$  (jest to wytrzymałość po uwzględnieniu wszystkich współczynników materiałowych). Ostateczna wartość wytrzymałości obliczeniowej długoterminowej oraz inne parametry są określone w projekcie wykonawczym.

Obliczenia wytrzymałości oraz dopuszczalnego wydłużenia geosyntetyków wzmacniających korpus nasypu należy przeprowadzić w oparciu o wytyczne zawarte w jednym z poniższych opracowań:

- EBGeo - Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement,
- Poradnik ITB 429/2008 – Projektowanie konstrukcji oporowych stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami – Warszawa 2008,

W przypadku zastosowania przez Wykonawcę do budowy nasypów gruntów niespoistych o kącie tarcia wewnętrznego  $\Phi \geq 36^\circ$  (piaski średnie, grube, żwiry, pospółki) lub gruntów spoistych ulepszonych spoiwami hydraulicznymi można zrezygnować ze zbrojenia skarp nasypów przy pomocy geosyntetyków.

Należy stosować wyroby geosyntetyczne zgodne z wymaganiami normy PN-EN 13251 dla funkcji – zbrojenie. Do wbudowania można stosować tylko materiały dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie komunikacyjnym zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami, posiadające oznakowanie CE lub oznaczone znakiem budowlanym wraz z dołączonym certyfikatem zgodności lub deklaracją zgodności. Wyroby przyjęte do wbudowania powinny mieć charakterystykę i właściwości techniczno – użytkowe zgodne z dokumentami dopuszczającymi je do obrotu i stosowania (normy, aprobaty techniczne).

Dopuszcza się stosowanie jedynie geosyntetyków kwalifikowanych tzn. takich wyrobów, dla których producent lub dostawca przedstawi dowody udokumentowane wynikami badań niezależnych jednostek badawczych, zapewniających spełnienie wymagań dla przewidzianych w Dokumentacji Projektowej warunków zabudowy danego wyrobu.

Zaleca się, aby produkty składowe zaprojektowanych konstrukcji (georuszty, geosiatki, geotkaniny) pochodziły od tego samego producenta.

Wyroby powinny być odporne na działanie wilgoci, promieniowanie słoneczne, utlenianie się i starzenie w warunkach atmosferycznych, bez rozdarć, dziur i przerw ciągłości, z odpowiednią wytrzymałością na rozciąganie i rozerwanie, odpornością na działanie mikroorganizmów występujących w ziemi. Geosyntetyki powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Nie powinny być wrażliwe na hydrolizę. Powinny być odporne na działanie wodnych roztworów soli, kwasów i zasad oraz na działanie promieniowania ultrafioletowego. Nie mogą podlegać biodegradacji. Właściwości materiału powinny pozostawać niezmiennymi w stanie suchym jak i wilgotnym w całym okresie użytkowania.

Łączniki do łączenia pasm geosyntetyków ze sobą w celu uzyskania pasma o wymaganej długości, powinny być elementami tego samego systemu zbrojącego, przystosowane do współpracy z konkretnym typem geosiatki (geotkaniny) i dostarczone przez producenta wraz z wyrobem głównym. Należy stosować łączniki umożliwiające uzyskanie wytrzymałości połączenia co najmniej równej wytrzymałości geosyntetyku.

W oparciu o podane w dokumentacji projektowej wytrzymałości długoterminowe należy dobrać wyroby o wytrzymałości nominalnej (charakterystycznej, krótkotrwałej, doraźnej), badanej zgodnie z normą PN-EN ISO 10319, gwarantowanej przez producenta z co najmniej 95% poziomem ufności, uwzględniając:

- a) trwałość dla czasokresu eksploatacji 120 lat,
- b) ogólny współczynnik bezpieczeństwa (w wysokości odpowiadającej przyjętej metodzie obliczeń),
- c) cząstkowe współczynniki bezpieczeństwa materiałowego uwzględniające (adekwatnie dla danego wyrobu, jego funkcji, zabudowy i przyjętej metody obliczeń):
  - wpływ pełzania przy rozciąganiu; ustalany w oparciu o PN-EN ISO 13431,
  - proces wytwarzania wyrobu; ustalany na podstawie procedur kontroli jakości i danych z testów,
  - uszkodzenia w czasie wbudowania; ustalany na podstawie wyników badań wykonywanych wg metod znormalizowanych w kraju producenta wyrobu lub wg norm powołanych w PN-EN 13251,
  - straty wytrzymałościowe na połączeniach,
  - właściwości tarcia między gruntem a wyrobem (wpływ poślizgu i wyciągania)
  - wpływ środowiska gruntowego o  $pH=2,0-12,5$  (temperaturowy, biologiczny, chemiczny),
- d) wartość odkształceń (na kierunku roboczym) w okresie od zabudowy (od momentu obciążania, lecz nie później niż 1 miesiąc) do końca założonego okresu eksploatacji  $\varepsilon_{gr} \leq 5\%$ .

Obliczenia wytrzymałości należy wykonać wg Instrukcji ITB 429/2007.

Producent lub dostawca geosyntetyku, wraz z oferowanym wyrobem, powinien dostarczyć Wykonawcy robót informacje o wartościach współczynników, na podstawie których deklarowana jest wytrzymałość długoterminowa danego wyrobu.

Użyty materiał musi spełniać wymagania założone w obliczeniach oraz wymagania podane w WWIORB.

### **2.2.2. Typy konstrukcji wzmacniających**

Minimalne parametry geosyntetyków stosowanych do wzmocnienia podstawy nasypu o wysokości  $\geq 4$  m za pomocą geomateracy na odcinkach o prognozowanych wpływach planowanej eksploatacji górniczej (Konstrukcja TYP 4 - zgodnie z Projektem Wykonawczym) podano poniżej:

#### **Geosyntetyk TYP B**

Geowłóknina 4 klasy CBR

#### **Geosyntetyk TYP C**

Geosiatka z PVA

Wytrzymałość długotrwała 300 kN/m.

Minimalne parametry geosyntetyków wchodzących w skład geomateracy stosowanych jako warstwy konstrukcji nawierzchni na odcinkach o prognozowanych wpływach planowanej eksploatacji górniczej (Konstrukcja TYP 2 - zgodnie z Projektem Wykonawczym) przedstawiono w tabeli 1:

#### **Geosyntetyk TYP A**

*Tabela 1. Podstawowe parametry techniczne geosyntetyku TYPU A*

L.P.	Parametr	Metoda badania <sup>1)</sup>	Jednostka	Wymagana wartość	Tolerancja
1	Szytywność radialna przy odkształceniu 0,5%	TR 041 B.1	kN/m	540	-90
2	Współczynnik izotropii sztywności	TR 041 B.1	-	0,80	-0,15
3	Efektywność węzła	TR 041 B.2	%	100	-10
4	Rozmiar sześcioboku	TR 041 B.4	mm	80	+/-4

Metoda badania zgodna z Raportem Technicznym Europejskiej Organizacji Aprobatach Technicznych EOTA nr TR41 z października 2012

Zestawienie minimalnych parametrów geosyntetyków stosowanych jako wzmocnienie podłoża nawierzchni na odcinku dokonanej płytkiej eksploatacji górniczej i występujących zagrożeniach powierzchniowych deformacji nieciągłych (Konstrukcja TYP 5 - zgodnie z Projektem Wykonawczym) podano poniżej:

### Geosyntetyk TYP C

Geosiatka z PVA

Wytrzymałość długotrwała 300 / 300 kN/m

Zestawienie minimalnych parametrów geosyntetyków stosowanych do zabezpieczenia skarp nasypów na odcinkach wskazanych w Projekcie Wykonawczym przedstawiono w tabeli nr 2.

*Tabela 2. Podstawowe parametry techniczne geosyntetyku TYPU C*

Geosyntetyk TYP C		
Właściwości	Jednostka	Wartość
Wytrzymałość długoterminowa, obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż pasma	kN/m	≥300
Wytrzymałość długoterminowa, obliczeniowa na rozciąganie w poprzek pasma	kN/m	≥300
Wydłużenie względne przy obciążeniu maksymalnym wzdłuż pasma	%	≤20
Wydłużenie względne przy obciążeniu maksymalnym w poprzek pasma	%	≤15

#### 2.2.3. Kruszywo do wykonania nasypów zbrojonych oraz geomateracy

Kruszywo do budowy nasypów zbrojonych geosyntetykiem oraz kruszywo do wypełnienia geomateracy należy zastosować zgodnie z STWiORB D-02.03.01 „Wykonanie nasypów” p. 2. Do wypełnienia geomateracy należy zastosować rodzaj kruszywa wskazany w Projekcie Wykonawczym.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU**

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

#### **3.2 SPRZĘT DO WYKONANIA ROBÓT**

Używany sprzęt powinien być zgodny z wymaganiami Kontraktu i PZJ oraz uzyskać akceptację Inżyniera.

Przewiduje się zastosowanie m.in. poniższego sprzętu:

- do przenoszenia, rozwijania i układania geosyntetyków należy stosować układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze szpuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp. Nie należy stosować sprzętu mogącego spowodować uszkodzenie układanego materiału,

- do rozkładania i zagęszczania materiału zasypowego należy użyć sprzętu zgodnego z ST D.02.03.01.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **4.2 TRANSPORT MATERIAŁÓW**

Wszystkie używane środki transportowe powinny być zgodne z warunkami Kontraktu, wymienione przez Wykonawcę w PZJ i zatwierdzone przez Inżyniera.

Transport, przenoszenie, przechowywanie i zabezpieczanie geosyntetyków powinny być wykonywane zgodnie z zaleceniami Producenta.

Geosyntetyki mogą być transportowane dowolnymi środkami transportu, pod warunkiem:

- opakowania bel (rolek) folią, lub tkaniną techniczną,
- zabezpieczenia opakowanych bel przed przemieszczaniem się w czasie przewozu,
- ochrony przed zawilgoceniem i nadmiernym ogrzaniem,
- niedopuszczenia do kontaktu bel z chemikaliami, tłuszczami oraz przedmiotami mogącymi zniszczyć geosyntetyk.

Wykonawca powinien zadbać, aby transport, przenoszenie, przechowywanie i zabezpieczanie geosyntetyków były wykonywane w sposób nie powodujący mechanicznych lub chemicznych ich uszkodzeń.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1 OGÓLNE ZASADY WYKONANIA ROBÓT**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Przed przystąpieniem do wykonywania robót Wykonawca opracuje i przedstawi Inżynierowi do akceptacji plan układania geosyntetyków, określający poziomy układania (rzędne), wymiary pasm, kierunek postępu robót, kolejność układania pasm, szerokość zakładów na prostych i łukach, sposób

łączenia, mocowania tymczasowe i inne istotne uwarunkowania realizacyjne (m.in. rozwiązania ewentualnej kolizyjności z innymi robotami).

## 5.2 WYKONANIE WKŁADEK GEOSYNTETYCZNYCH

Grunt zbroi się zgodnie z Dokumentacją Projektową w miejscach charakterystycznych przekrojów poprzecznych, pasami wkładek zbrojeniowych z geosiatki, układanymi poziomo, prostopadle do osi podłużnej nasypu. W miejscu zawinięcia geosiatki na kolejną warstwę gruntu układa się geowłókninę dla zabezpieczenia gruntu nasypu przed wysypaniem przez oczka geosiatki.

Należy bezwzględnie przestrzegać układania właściwego rodzaju i typu geosyntetyku na projektowanym poziomie warstwy a także zachowania wymaganej długości pasma tego geosyntetyku na odcinku od lica skarpy do jego zakończenia w głębi nasypu. Przy układaniu i zasypywaniu geosyntetyków należy przestrzegać zasad, wymagań i zaleceń zawartych w instrukcjach producentów oraz ST D.02.03.01.

Geosyntetyki pożądane jest tak układać, by pasma leżały poprzecznie do kierunku zasypywania.

Standardowa kolejność wykonywania robót przy zbrojeniu nasypów geosyntetykami polega na:

- przygotowaniu podłoża wg Dokumentacji Projektowej i przedmiotowej Specyfikacji,
- ułożeniu i zagęszczeniu gruntu zasypowego do wysokości pierwszej warstwy geosyntetyku,
- ułożeniu pierwszej warstwy geosyntetyku i wykonanie ewentualnych połączeń z pasmami sąsiednimi,
- naciągnięciu pasm geosyntetyku zgodnie z zaleceniami Producenta,
- ułożeniu i zagęszczeniu gruntu zasypowego do poziomu układania kolejnej warstwy geosyntetyku,
- w przypadku wykorzystania do zbrojenia nasypów geosiatek – wykonanie zakotwienia poprzez zawinięcie każdego pasma geosiatki wokół ułożonej na nim warstwy zasypki (na powierzchni czołowej) jak pokazano w dokumentacji projektowej, W takim przypadku należy zwiększyć długość geosiatki o min. 2,50m.
- układaniu kolejnych warstw geosyntetyków i warstw zasypki, do poziomu wskazanego na rysunkach.

Należy zwracać uwagę, aby rzędna warstwy gruntu po zagęszczeniu dokładnie odpowiadała rzędnej układania warstwy geosyntetyku, zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Do zasypywania należy użyć materiału zgodnie z pkt 2.3.2 niniejszej ST. Grunt zasypowy powinien być wbudowywany tak, aby opadał on z niewielkiej wysokości na geosyntetyk; w przypadku stosowania geosiatek pozwala to uzyskać bardzo dobre zazębienie gruntu z geosiatką a w przypadku geotekstyliów zmniejsza prawdopodobieństwo przebicia. Nie dopuszcza się ruchu jakichkolwiek pojazdów, maszyn i sprzętu bezpośrednio po rozłożonej warstwie geosyntetyku. Ruch taki jest możliwy po rozłożonej na nim warstwie gruntu o grubości przynajmniej 15 cm.

Równocześnie z wykonywaniem zbrojenia gruntu geosyntetykami należy układać warstwy gruntu w nasypach poza blokiem gruntu zbrojonego, przy użyciu normalnego sprzętu do robót ziemnych oraz zgodnie z ST D.02.03.01.

Przy wykonywaniu wzmocnień nasypów Wykonawca powinien uwzględnić przerwy technologiczne dla pali ekranów.

### **5.3 WYKONANIE GEOMATERACA**

W pierwszym kroku należy rozłożyć geotkaninę o wymiarach zgodnych z Projektem Wykonawczym - prostopadle do osi nasypu. Wysokość geomateraca według Projektu Wykonawczego. Następnie należy ułożyć kruszywo zgodnie z wymaganiami STWiORB D 04.04.02. Po ułożeniu, wyprofilowaniu i zagęszczeniu kruszywa (zagęszczenie kruszywa powinno spełniać wymagania podane w STWiORB D-02.03.01 „Wykonanie nasypów” p.5.2.3.4.) należy wywinąć geotkaninę na warstwie kruszywa. Minimalny zakład geotkaniny w geomateracu wynosi 50 cm.

### **5.4 TOLERANCJE WYKONAWCZE**

Nasypy zbrojne geosyntetykami należy kształtować z dopuszczalnymi tolerancjami podanymi w WWiORB D.02.03.01 dla drogowej budowli ziemnej jako całości.

Dla każdej warstwy geosyntetyków dopuszczalne odchyłki na poziomie ich ułożenia wynoszą:

1. Ukształtowanie w planie: przesunięcia w stosunku do położenia projektowanego nie więcej niż  $\pm 10\text{cm}$ , w każdym punkcie na całej długości i szerokości.
2. Równość warstwy: nierówności podłużne mierzone łatą 4 metrową oraz nierówności poprzeczne mierzone łatą 2 metrową, nie mogą przekraczać 10mm.
3. Rzędne wysokościowe: różnice między rzędnymi ułożonej warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać  $\pm 5\text{cm}$ .

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1 OGÓLNE ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT**

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

### **6.2 BADANIA PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty na znak bezpieczeństwa, aprobaty techniczne, certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów z tworzyw.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

### **6.3 BADANIA W TRAKCIE PROWADZENIA ROBÓT**

W czasie układania warstwy z geosyntetyków należy kontrolować:

- zgodność z dokumentacją projektową,
- prawidłowość ułożenia geosyntetyku (przyleganie do gruntu, wymiary),
- jakość połączeń, wielkość zakładu przyległych pasm i sposób ich łączenia zgodnie z Projektem Wykonawczym,



Ponadto należy sprawdzić, czy nie nastąpiło mechaniczne uszkodzenie geotekstyliów (rozerwanie, przebicie).

Dopuszczalne odchyłki dla rozstawów geosyntetyków w przekroju (odległości pomiędzy kolejnymi warstwami zbrojenia) : +/- 20 cm

Zabrania się wbudowania w nasyp uszkodzonych geosyntetyków.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1 OGÓLNE ZASADY OBMIARU ROBÓT**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **7.2 JEDNOSTKA OBMIAROWA**

Jednostką obmiarową jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) ułożenia geotkaniny z wszystkimi robotami towarzyszącymi zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Jednostką obmiarową jest metr sześcienny ( $m^3$ ) ułożenia kruszywa z wszystkimi robotami towarzyszącymi zgodnie z Dokumentacją Projektową.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, specyfikacją i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania kontrolne opisane w punkcie 6 dały wyniki pozytywne.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Podstawą płatności jest jednostka obmiarowa wykonanego zbrojenia nasypów oraz wzmocnienia podłoża zgodnie z obmiarem i oceną jakości wbudowanego materiału i wykonanych robót.

Cena jednostkowa obejmuje:

- zakup i dostarczenie materiałów,
- wyrównanie i wyprofilowanie podłoża,
- wykonanie geomateracy,
- ułożenie geotkaniny wraz z niezbędnymi zakładami,
- ułożenie i zagęszczenie kruszywa,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, prób i sprawdzeń.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE I MATERIAŁY DODATKOWE**

### **10.1 NORMY**

PN-EN 13249:2002 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem (z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych).

PN-EN 13251	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych.
PN-EN ISO 10318	Geotekstylia. Terminologia.
PN-EN ISO 10319	Geotekstylia. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
PN-EN ISO 12236:1998	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Badanie na przebicie statyczne (metoda CBR).
PN-EN ISO 13431	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie pełzania podczas rozciągania i zniszczenia przy pełzaniu.

## **10.2 INNE DOKUMENTY**

EBGEO - Recommendation for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement,

Poradnik ITB 429/2008 – Projektowanie konstrukcji oporowych stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami – Warszawa 2008,



## **D.10.25.03 GWOŹDZIE**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1 PRZEDMIOT ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z zabezpieczeniem skarp wykopu gwoździami gruntowymi i geokompozytem z siatką stalową w ramach inwestycji: „Budowa Drogi Regionalnej Racibórz-Pszczyna od km 0+000,00 do km 14+344,10”.

#### **1.2 ZAKRES STOSOWANIA ST**

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako kontraktowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

#### **1.3 ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu gwoździ gruntowych, ze zbrojeniem w postaci żerdzi stalowej wykonywanych na skarpie gruntowej wraz z geokompozytem z siatką stalową. Specyfikacja obejmuje wykonanie gwoździ o długości, średnicy i nośności wg Dokumentacji Projektowej.

#### **1.4 OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

**Element zbrojący (pręt)** – element wzmacniający umieszczony w gruncie

**Grunt zbrojony** – grunt wzmocniony przez instalację elementów zbrojących

**Gwóźdź gruntowy** – element zbrojący zainstalowany w gruncie, mobilizujący opór gruntu wzdłuż całej swojej długości

**Konstrukcja z gruntu gwoździowanego** – konstrukcja z wykorzystaniem gwoździ gruntowych, może być wyposażona w system drenażu i okładzinę

**System gwoździ gruntowych** – elementy zbrojące wyposażone w łączniki, elementy centrujące, dystansowe i elementy ochrony antykorozyjnej

**Zbocze** – naturalnie pochyła powierzchnia terenu

**Skarpa** – boczna powierzchnia nasypu lub wykopu, o kształcie i nachyleniu dostosowanym do właściwości gruntu i lokalnych uwarunkowań.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **1.5 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

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

##### **1.5.1 DOKUMENTACJA TECHNICZNA**

Dokumentacja techniczna, na podstawie której wykonuje się wzmacnianie skarp metodą gwoździ gruntowych powinna zawierać:

- plan urządzeń i instalacji podziemnych w miejscu budowy, dostępne informacje o istniejących fundamentach lub innych przeszkodach oraz, w razie potrzeby, wymagania dotyczące zabezpieczeń i sprawdzania w czasie robót rzeczywistego położenia urządzeń,

- dokumentację badań podłoża, podającą budowę geologiczną, parametry geotechniczne warstw gruntu, poziomy występowania i poziomy piezometryczne wód gruntowych, dane o przepuszczalności warstw oraz składzie chemicznym wód i agresywności środowiska,

- projekt wykonawczy wzmocnienia.

### **1.5.2 ZGODNOŚĆ Z DOKUMENTACJĄ**

Gwoździe gruntowe należy wykonać zgodnie z wymaganiami Dokumentacji Projektowej. W przypadku stwierdzenia niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w dokumentacji lub w przypadku innych nieprzewidzianych okoliczności, należy powiadomić projektanta oraz przeanalizować potrzebę odpowiednich zmian konstrukcji i sposobu wykonania robót.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **2.2 ZACZYN CEMENTOWY**

Przy wykonywaniu gwoździ gruntowych z użyciem zaczynów cementowo-wodnych stawiane są następujące wymagania materiałowe:

- należy stosować cement portlandzki CEM II 32.5; stosunek  $w/c=0.40$ . Cement powinien spełniać wymagania normy PN-EN 197-1:2012.

- zaczyn cementowy powinien być pompowany do otworu bezpośrednio po przygotowaniu,

- jeśli zaprojektowano gwoździe gruntowe z iniekcją wielokrotną, należy dodatkowo zamontować na gwoździu rurki iniekcyjne z zaworkami w ilości zgodnej z dokumentacją projektową, jednak nie mniej niż dwa na każdą rurkę,

- wytrzymałość kamienia cementowego powinna być określona w projekcie, należy wrywkowo dokonać kontroli wytrzymałości próbek zaczynu gwoździ gruntowych według PN-EN 196-1:2005 Metody badania cementu - Oznaczanie wytrzymałości. Wytrzymałość cementu otrzymana w tych badaniach powinna spełniać wymagania cementu portlandzkiego CEM II 32.5 jaki przyjęto powyżej,

- partie stosowanego cementu powinny być zaopatrzone w sygnaturę odbiorczą kontroli jakości,

- woda do zaczynu cementowego powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008:2004 (bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną).

### **2.3 ZBROJENIE**

Zbrojenie gwoździ gruntowych należy wykonać z wykorzystaniem typowych systemów gwoździ gruntowych: prętów lub żerdzi stalowych gwintowanych na całej długości w procesie walcowania na gorąco grubym i masywnym gwintem z możliwością wykorzystania systemowych akcesoriów (takich jak łączniki, nakrętki, płyty oporowe, elementy dystansowe i ewentualnie rurki iniekcyjne). Gwint zapewnia przyczepność pomiędzy kamieniem cementowym a prętem i pozwala na cięcie i łączenie (za pomocą systemowych łączników) dowolnych odcinków. Elementy te powinny być wykonane ze stali o parametrach umożliwiających uzyskanie zakładanych nośności projektowych. Pręty (żerdzie) stalowe dla których nie ma obowiązujących norm winny posiadać aprobatę techniczną wydaną przez odpowiednią jednostkę certyfikującą i dopuszczającą je do stosowania na terenie Polski jako zbrojenie gwoździ gruntowych.

Powierzchnia zewnętrzna prętów (żerdzi) nie powinna wykazywać wad w postaci łusek, pęknięć, zawałowań i naderwań. Dopuszczalne są nieznaczne nierówności, pojedyncze rysy wynikające z procesu wytwarzania, mieszczące się w granicach dopuszczalnych odchyłek wymiarowych. Końce

prętów powinny być obcięte równo i prostopadłe do osi. Pożądane jest, aby pręty były dostarczane przycięte na dokładną długość, zgodną z zamówieniem, z dopuszczalną odchyłką  $\pm 50\text{mm}$ . Pręty powinny mieć gwint na całej długości w celu zamontowania akcesoriów nakrętki kotwiącej płytki oporowej umożliwiającej nadania wstępnego sprężenia (likwidacja luzów technologicznych). Pręty powinny być proste. Dopuszczalna wielkość miejscowego odchylenia od linii prostej wynosi 4 mm. Pręty powinny być dostarczone bez opakowania w wiązkach lub luzem względnie w opakowaniu uzgodnionym ze składającym zamówienie. Pręty powinny być opatrzone etykietą producenta. Etykieta powinna zawierać co najmniej: znak wytwórcy, nazwę techniczną, nazwę handlową, typ odmianę, gatunek. W skład zestawu do wykonania gwoźdźnia gruntowego poza prętem lub żerdzią stalową wchodzi również: łączniki do prętów lub żerdzi, elementy dystansowe oraz elementy tworzące głowicę gwoźdźnia (płyta oporowa, nakrętka) umożliwiające napięcie siatki stalowej na powierzchni skarpy. Należy stosować zabezpieczenie antykorozyjne. Charakterystyki wytrzymałościowe zbrojenia muszą być określone z kwantylem 5%.

## **2.4 OBUDOWA SKARPY WSPÓŁPRACUJĄCA Z GWOŹDZIAMI**

Obudowa skarpy współpracująca z gwoździami (np. siatka) powinna mieć trwałość nie krótszą niż projektowany okres eksploatacji zabezpieczenia z wyspecyfikowanymi dopuszczalnymi odkształceniami. Trwałość powinna być udowodniona na podstawie porównywalnego doświadczenia zdobytego w badaniach użytkowości i trwałości systemu. Połączenie obudowy z głowicami gwoździ powinno bezpiecznie przenosić obciążenia z obudowy na gwoździe, przy uwzględnieniu różnic w osiadaniach obudowy. Gwoździe nie są wstępnie sprężane ani naciągane. Docisnięcie nakrętką likwiduje luzy pomiędzy głowicą gwoźdźnia a obudową skarpy i powoduje ciasne dopasowanie (opięcie) siatki do powierzchni skarpy. Wytrzymałość podłużna siatki stalowej powinna wynosić 170 kN/m.

## **3. SPRZĘT**

### **3.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU**

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

### **3.2 SPRZĘT DO WYKONANIA ROBÓT**

Sprzęt wiertniczy należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych oraz sposobu zabezpieczenia stateczności ścian otworu. Stosowane wiertnice muszą umożliwiać wiercenie obrotowo-udarowe. W przypadku wykonywania gwoździ z przewiertem wstępnym (ze zbrojeniem w postaci pręta), urządzenia muszą być przystosowane do wiercenia z kolumną rur osłonowych. Sprzęt używany do wykonania gwoździ musi być zaakceptowany przez Inżyniera. Do iniekcji stosuje się zestawy mieszalnikowo-pompowe. Mieszalnik musi umożliwić przygotowanie zaczynu o stosunku wodnocementowym  $w/c=0,4$  oraz podtrzymanie mieszaniny w stanie nie zsedymetowanym do momentu tłoczenia.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **4.2 TRANSPORT MATERIAŁÓW**

Transport sprzętu do wykonywania gwoździ i układania siatek na skarpie – dowolnymi środkami transportowymi. Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania gwoździowania powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1 OGÓLNE ZASADY WYKONANIA ROBÓT**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## 5.2 ZAKRES ROBÓT

### 5.2.1 WYTTCZNE USYTUOWANIA GWOŹDZI

Punkty wyznaczające usytuowanie, według których będą wykonywane gwoździe powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy. Minimalna odległość skrajnych gwoździ konstrukcyjnych (nośnych) od krawędzi obrysu skarpy powinna wynosić ok. 0,5 m. W przypadku gwoździ technologicznych (konturowych) służących do prawidłowego zamocowania i rozpięcia elementów obudowy podatnej, odległość od krawędzi obrysu skarpy powinna wynosić ok. 1,5m.

### 5.2.2 METODY WYKONANIA GWOŹDZI

Należy zastosować jedną z 2 metod wykonania gwoździ: bezpośrednią przy użyciu systemu samowiercącego lub z przewiertem wstępnym.

W metodzie z przewiertem wstępnym najpierw wykonuje się otwór w skarpie zabezpieczony kolumną rur osłonowych, a następnie wprowadza się element zbrojący i wykonuje się iniekcję jednocześnie z podciąganiem rur osłonowych. W metodzie bezpośredniej element zbrojący z otworem centralnym pełni jednocześnie rolę żerdzi wiertniczej i przewodu iniekcyjnego, a po pogrążeniu na pełną głębokość odpowiadającą długości gwoźdza, i wykonaniu drugiej fazy iniekcji pozostaje w gruncie jako zbrojenie.

### 5.2.3 WYKONANIE PRAC WIERTNICZYCH

#### Przewiert wstępny

W metodzie z przewiertem wstępnym prace wiertnicze należy prowadzić z rurami osłonowymi. Rury osłonowe można pogrążyć przez metodą obrotową, obrotowo-udarową lub udarową. Stosuje się płuczkę powietrzną lub zawieszinę wodno-cementową ( $w/c = 0,7-0,8$ ). Nie dopuszcza się stosowania płuczki wodnej. Rury można pogrążyć razem z wiertłem na żerdzi. Wyjmowanie rur może nastąpić dopiero po wypełnieniu otworu iniektem. Wkładając element zbrojący należy upewnić się, że będzie osadzony centralnie (należy stosować elementy centrujące) i nie wciągnie zanieczyszczeń do otworu.

#### Wiercenie elementem zbrojącym – gwoździe samowiercące

Żerdzie wraz z łącznikami, elementami dystansowymi i jednorazową końcówką wiertniczą tworzą kompletny zestaw będący konstrukcją gwoźdza jednocześnie wykorzystywany do wiercenia otworu (przewód wiertniczy) i iniekcji (przewód iniekcyjny). Podczas wykonywania gwoździ należy stosować płuczkę cementową - zaczynem cementowym o stosunku wodno-cementowym  $W/C = 0,7$ . Zaczyn jest wytłaczany do otworu wiertniczego poprzez otwory w końcówce wiertniczej. Wiercenie odbywa się bez rur osłonowych. W zwartych ośrodkach skalistych można stosować płuczkę powietrzną. Nie dopuszcza się stosowania płuczki wodnej.

### 5.2.4 INIEKCJA GWOŹDZI

W systemie wiercenia elementem zbrojącym iniekt jest podawany w trakcie wiercenia i po jego zakończeniu przez otwór centralny żerdzi i dysze w końcówce wiertniczej. W trakcie wiercenia (iniekcja wstępna) tłoczony jest zaczyn o wskaźniku  $w/c=0,7$  lub mniejszym. Iniekcja zasadnicza (po pogrążeniu całej długości gwoźdza) jest prowadzona zaczynem o wskaźniku  $w/c=0,4$ . W trakcie iniekcji zasadniczej żerdź powinna się obracać. Zalecane jest zawibrowanie iniektu udarem przewodu. Iniekcja prowadzona jest od dna otworu do wierzchu aż z otworu zacznie wypływać czysty, gęsty iniekt końcowy.

W metodzie z przewiertem wstępnym, iniektowanie gwoźdza w otworze wiertniczym odbywa się przez rurkę iniekcijną wprowadzoną do dna otworu. Możliwe jest iniektowanie przez kilka rurek iniekcyjnych o wylotach rozmieszczonych na różnych odcinkach wzdłuż długości gwoźdza. Każda metoda iniekcji powinna zapewnić, że nie zostanie wprowadzone do otworu żadne inne medium jak powietrze lub zaczyn cementowy. Dla wytworzenia poprawnego trzonu, wskazane jest wykonanie dodatkowej, strefowej iniekcji powtórnej, po częściowym stwardnieniu wypełnienia. W tym celu element zbrojący

powinien być uzbrojony przed pogrążeniem w zestaw rurek iniekcyjnych. Przy tej metodzie iniekcję prowadzi się podczas wciągania rur osłonowych z otworu. Iniekcję prowadzi się zaczynem o wskaźniku  $w/c=0,4$ .

W każdej z metod iniektuje się całą długość gwoździa. Objętość iniektu i ciśnienie iniekcji powinny być rejestrowane dla każdego gwoździa. Iniekt powinien być jednorodny o dobrej i wymaganej wytrzymałości o składzie zgodnym z projektem. Nie dopuszcza się iniekcji wykonywanej poprzez wlewanie zaczynu przez wylot otworu.

#### **5.2.5 SYSTEM STABILIZACJI POWIERZCHNI ZBOCZA**

System stabilizacji zabezpiecza powierzchnię zbocza między głowicami gwoździ i rozkłada siły z głowicy gwoździa na powierzchnię zbocza. System powinien umożliwić bezawaryjną pracę podczas zakładanego czasu eksploatacji z zakładanymi dopuszczalnymi odkształceniami w płaszczyznach stoku i w rejonie głowic gwoździ. Powinien też być odporny na nierównomierne osiadania i ruchy skarpy w projektowanym zakresie. Połączenia siatek z gwoździami powinny gwarantować przenoszenie sił z siatek na głowice gwoździ.

#### **5.2.6 OSŁONA BIOLOGICZNA**

Przewiduje się wykończenie zabezpieczanych skarpy „na zielono”. Zostanie zastosowana w tym celu metoda hydroobsiewu.

### **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

#### **6.1 OGÓLNE ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT**

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

#### **6.2 KONTROLA ROBÓT I ICH ZGODNOŚCI Z DOKUMENTACJĄ PROJEKTOWĄ**

Nadzór, monitoring i badania powinny być prowadzone przez kwalifikowany personel z doświadczeniem w gwoździowaniu skarpy. Każda zmiana warunków i odstępstwo od przyjętej technologii musi być zgłaszana projektantowi i nadzorowi Inwestorskiemu. Sprawozdania z prac powinny być prowadzone zgodnie z dokumentami kontraktowymi.

Wyniki kontroli wykonania gwoździa należy zapisywać w jego metryce. Metryka powinna zawierać następujące dane:

- numer gwoździa i lokalizacja,
- wymagana nośność,
- rodzaj gwoździa, technika wykonania,
- przekrój poprzeczny i długość gwoździa, przekrój zbrojenia, rodzaj i wytrzymałość iniektu, grubość otuliny zbrojenia,
- sprzęt użyty do wykonywania gwoździa,
- sposób zabezpieczenia ściany otworu,
- datę i czas wiercenia,
- poziom wody gruntowej, powierzchniowej, utrudnienia napotkane w czasie wiercenia otworu,
- ewentualne odchyłki od projektu: od położenia, pochyleń i poziomów głowicy,
- metoda iniekcji gwoździa, objętość zużytego iniektu.



### 6.3 BADANIA GWOŹDZI

Badania gwoździ powinny sprawdzić ich nośność i określić ich charakterystykę reologiczną. Obejmują one również kontrolę stosowanych materiałów systemu gwoździowania. Badanie nośności gwoździ należy wykonać przez próbne obciążenie zgodnie z załącznikiem E normy PN-EN 1537 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Kotwy gruntowe. Siła zrywająca dla przyjętych gwoździ R32-210 wynosi 210 kN. Liczba gwoździ do badania nośności wynosi: 1 badanie na 400 m<sup>2</sup> gwoździowanej powierzchni skarpy lub 100 gwoździ.

Kontrola jakości wykonywanych robót powinna obejmować:

- inspekcję wzrokową materiału gruntowego z wykopu i odwiertów w celu potwierdzenia warunków gruntowych opisanych w projekcie w szczególności rodzaju gruntu, układu warstw, spękań, układu warstw wodonośnych, wycieków i źródeł wody,
- monitorowanie czasu wykonania czynności,
- kontrolę nie przekraczania największej dopuszczalnej głębokości wykopu dla każdej fazy gwoździowania,
- kontrolę czasu pomiędzy wykonania kolejną fazą wykopu a osiągnięciem wystarczającej wytrzymałości iniektu w gwoździach,
- kontrolę orientacji, rozstawu i długości gwoździ,
- kontrola czystości i drożności odwiertów,
- kontrolę jakości materiałów,
- sprawdzenie ciągłości izolacji gwoździ,
- kontrolę prawidłowości iniekcji, wprowadzenia elementu zbrojącego (wyposażenie w elementy centrujące),
- nadzór nad układaniem siatek, ich połączeniami, zakładaniem głowic gwoździ w wyznaczonej siatce wymiarów, bez naciągania zbrojenia w płaszczyźnie stoku.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1 OGÓLNE ZASADY OBMIARU ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 7.2 JEDNOSTKA OBMIAROWA

Jednostką obmiarową jest 1 metr (mb) długości wykonanego i odebranego gwoździa gruntowego określonej średnicy i długości wraz z jego głowicą. Do długości obmiarowej nie wlicza się wystającego zbrojenia ani nadlewki betonu.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

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

- zgodności lokalizacji, kąta nachylenia i długości otworów lub elementów zbrojących,
- konstrukcji elementu zbrojącego i wprowadzanych do otworu urządzeń iniekcyjnych,
- ułożenia i połączeń siatki konstrukcyjnej,
- napięcia siatki i mocowania głowicy kotwiącej.

Podstawą dokonania oceny ilości i jakości robót ulegających zakryciu są następujące dane i dokumenty:

- dokumentacja projektowa z naniesionymi na niej zmianami i uzupełnieniami dokonywanymi w trakcie budowy,
- metryki gwoździ,
- wyniki badań gwoździ testowych.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Cena jednostkowa wykonania 1 mb gwoździa obejmuje:

- zakup materiałów,
- wyznaczenie osi gwoździ,
- dostarczenie potrzebnych materiałów i sprzętu,
- wykonanie otworu wiertniczego do żądanej głębokości,
- wykonanie, montaż i wbudowanie zbrojenia oraz przewodu iniekcyjnego,
- iniekcję, ewentualną iniekcję dodatkową,
- usunięcie urobku i resztek iniektu ze skarpy,
- prowadzenie dziennika gwoździowania,
- próbne obciążenie wybranych gwoździ.,
- połączenie siatki z gwoździami,
- wykonanie przeprowadzonych prób, badań, pomiarów i sprawdzeń,
- montaż, demontaż i przemieszczanie w obrębie budowy wiertnicy i urządzeń towarzyszących,
- wykonanie niezbędnych pomostów, dróg technologicznych (montażowych), placów składowych z ich późniejszą rozbiórką,
- uporządkowanie miejsca prowadzonych robót,
- inne roboty składające się na kompletne wykonanie zakresu robót przewidzianego w Specyfikacji Technicznej.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE I MATERIAŁY DODATKOWE**

### **Normy**

- [8] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [9] PN-74/B-04452 Grunty budowlane. Badania polowe
- [10] PN EN 14490 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Gwoździe gruntowe
- [11] PN-EN 14199 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Mikropale
- [12] PN-EN 12715 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Iniekcje
- [13] PN-EN 1537 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Kotwy gruntowe



## **D.10.25.04 KOLUMNY KAMIENNE**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. PRZEDMIOT ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą kolumn kamiennych w ramach inwestycji: „Budowa Drogi Regionalnej Racibórz-Pszczyna km 0+000,00 - km 14+344,10”.

#### **1.2. ZAKRES STOSOWANIA ST**

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako kontraktowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

#### **1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem wzmocnienia podłoża gruntowego z zastosowaniem kolumn kamiennych, zgodnie z lokalizacją określoną w dokumentacji projektowej.

#### **1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

**Kolumny kamienne** – pionowe słupy z kruszywa, uformowane w gruncie metodą wymiany dynamicznej, przyspieszające konsolidację i wzmacniające słabe podłoże.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

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

### **2. MATERIAŁY**

#### **2.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **2.2. KRUSZYWO DO WYKONANIA KOLUMN**

Do wykonania kolumn kamiennych konieczne jest stosowanie różnoziarnistego materiału grubookruchowego o ziarnach mieszczących się w granicach 0–300 mm i o trwałej strukturze. Preferowane są materiały o ziarnach ostrokrawędzistych. Można używać materiały kamienne z kruszywa łamanego (tłuczeń), rumoszu z kamieniołomów, grubego żwiru, żużla wielkopieczowego, przekruszonego gruzu betonowego. Materiały pochodzenia przemysłowego powinny posiadać niezbędne badania potwierdzające przydatność do wbudowania i nie mające niekorzystnego wpływu na środowisko naturalne. Użyte materiały nie mogą wchodzić w reakcję z wodą i ulec lasowaniu się. Zasadnicze ograniczenie dla materiału stosowanego do wykonania kolumn:

- zawartość frakcji ilowej i pyłowej nie więcej niż 5%,
- minimalna zawartość frakcji żwirowej w kruszywie 35%,
- minimalna zawartość frakcji kamienistej w kruszywie 15%,
- minimalny kąt tarcia wewnętrznego  $\phi \geq 40^\circ$

Natomiast do wykonania platformy powinno być użyte kruszywo naturalne o zróżnicowanym uziarnieniu (wskaźnik różnoziarnistości  $U \geq 3$ ). Zasadnicze ograniczenie dla ziaren przechodzących

przez sito 0,075 mm, nie więcej niż 5%. Materiał platformy roboczej powinien także odpowiadać wymaganiom przydatności jak grunty do budowy dolnych części nasypów drogowych wg STWiORB D.02.03.01.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU**

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

#### **3.2. SPRZĘT DO WYKONANIA ROBÓT**

Do wykonania kolumn stosuje się specjalne urządzenia dźwigowe pozwalające na zrzucanie ciężkiego ubijaka z dużej wysokości. Urządzenia dźwigowe muszą mieć możliwość odczepiania ubijaka od liny i swobodne jego spadanie. Ubijak tworzą dwa ścięte stożki zetknięte ze sobą większymi podstawami. Stosowany ubijak powinien ważyć przynajmniej 10 t, a wysokość jego swobodnego opuszczania nie mniejsza niż 15 m.

Dodatkowo przy wykonywaniu wzmocnienia należy wykorzystywać ładowarki służące do zasypywania leja powstającego po zrzucaniu ubijaka, a także spycharki i ciężkie walce wibracyjne służące do wyrównania i zagęszczenia wierzchniej części podłoża po zakończeniu formowania kolumn kamiennych.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **4.2. TRANSPORT MATERIAŁÓW**

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i mieszaniem z innymi materiałami.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1. OGÓLNE ZASADY WYKONANIA ROBÓT**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **5.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA (POWIERZCHNI ROBOCZEJ)**

Przed wykonaniem kolumn kamiennych należy wyrównać i zagęścić podłoże w sposób pozwalający na ciągłe poruszanie się ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych.

#### **5.3. WYTYCZENIE OSI KOLUMN**

Przed rozpoczęciem robót związanych z wykonaniem kolumn, należy geodezyjnie wytyczyć położenie ich średnic. Należy przyjąć dokładność wytyczenia  $\pm 20$  cm.

#### **5.4. WYKONANIE KOLUMN KAMIENNYCH METODĄ WYMIANY DYNAMICZNEJ**

Kolumny kamienne należy wykonać za pomocą urządzenia dźwigowego i ubijaka, który spadając na powierzchnie terenu z dużej wysokości tworzy krater, który stopniowo wypełniany jest materiałem ziarnistym.

Osiągnięcie podstawą formowanej kolumny stropu gruntu nośnego sygnalizowane jest silnym oporem przeciw dalszemu przemieszczaniu kruszywa w dół. Po wybiciu krateru następuje jego ponowne wypełnienie kruszywem i dalsze kolejne wbijanie. Czynności te prowadzą do rozszerzania kolumny. Wyrażna redukcja wępu w tym stadium oznacza koniec formowania.

## **5.5. WYKONYWANIE ROBÓT W POBLIŻU BUDYNKÓW I INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ**

Wykonawca przed przystąpieniem do robót budowlanych powinien wykonać inwentaryzację stanu technicznego budynków sąsiadujących z placem budowy będących w zasięgu drgań powstałych w trakcie wykonywania kolumn kamiennych. Jako zasięg wpływu robót należy przyjąć odległość 40 m od miejsca opuszczania ubijaka.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. OGÓLNE ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT**

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

### **6.2. BADANIA I KONTROLA PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przeprowadzić badania kruszywa przeznaczonego do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu zaakceptowania materiału. Badania powinny obejmować właściwości określone w pkt. 2.2 niniejszej STWiORB.

Przed rozpoczęciem robót, dla każdej dziennej działki roboczej, powinno być sprawdzone i odebrane wytyczenie rozmieszczenia kolumn.

### **6.3. KONTROLA W CZASIE ROBÓT**

#### **6.3.1. KONTROLA PROCESU FORMOWANIA KOLUMN**

Kontrola wykonywania kolumn dotyczy parametrów określonych Projektem Wykonawczym i bieżące śledzenie dokładności formowania kolumny. Wszystkie wykonane kolumny powinny mieć metryki wykonania. Kontrola i pomiar długości i średnic losowo wybranych kolumn kamiennych zostaną wykonane przez odkrywkę. Kontrola zostanie przeprowadzona na 10 szt. kolumn kamiennych na 2000 szt. wykonanych.

#### **6.3.2. SPRAWDZANIE KRUSZYWA**

Parametry kruszywa powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 2.2.

Badania kruszywa powinny być prowadzone przez dostawcę i potwierdzone odpowiednimi atestami. Na budowie należy pobierać próbki do badań parametrów jak w pkt. 2.2 jeden raz na 5000 ton dostarczonego kruszywa. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

### **6.4. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT**

Kontrola wykonanych kolumn kamiennych obejmuje wyrywkowe sprawdzenie liczby i zgodności rozmieszczenia kolumn z dokumentacją techniczną w ograniczonym rejonie, według wskazań Inżyniera. Rzeczywista odległość między kolumnami nie powinna odbiegać od projektowanej więcej niż o 0,5 m.

Dodatkowo należy wykonać statyczne próbne obciążenie podłoża wzmocnionego kolumnami kamiennymi poprzez sztywną płytę stalową o wymiarach minimum 1,0 x 1,0 m lub płytą okrągłą o średnicy nie mniejszej niż 0,95 m. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z przepisami normy PN-S-02205:1998 jak dla badania płytą VSS. Poziom obciążenia ok. 300 kPa. Jako wartości minimalne należy przyjąć moduł odkształcenia wtórnego  $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$  oraz wskaźnik odkształcenia  $I_0 \leq 3,0$ .

Próbnemu obciążeniu należy poddać min. 1 kolumnę (w miejscu wskazanym przez Inspektora Nadzoru lub Projektanta) na 100 kolumn wykonanych na danym odcinku wzmocnienia.

Po zakończeniu formowania kolumn, a przed profilowaniem i zagęszczeniem powierzchni terenu Wykonawca zgłasza roboty zanikające Inżynierowi do akceptacji. Fakt ten winien zostać odnotowany w Dzienniku Budowy.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. OGÓLNE ZASADY OBMIARU ROBÓT**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **7.2. JEDNOSTKA OBMIAROWA**

Jednostką obmiarową jest [mb] (metr bieżący) wykonanej kolumny z kruszywa.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, specyfikacją i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania kontrolne opisane w punkcie 6 dały wyniki pozytywne.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Cena wykonania jednego metra bieżącego [mb] kolumny z kruszywa obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą technologii dynamicznej wymiany gruntu, według wymagań niniejszej Specyfikacji Technicznej oraz Projektu Wykonawczego,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej Specyfikacji Technicznej,
- odwiezienie sprzętu.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE I MATERIAŁY DODATKOWE**

### **Normy**

- [14] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
- [15] PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [16] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [17] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- [18] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [19] PN-EN ISO 9001:2001 Systemy zarządzania jakością Wymagania.

### **Instrukcje i wytyczne**

- [20] Wytyczne wzmocniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2002.

## **D.10.26.05. WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO ZA POMOCĄ TECHNOLOGII WIBROWYMIANY**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1 Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą technologii wibrowymiany w ramach inwestycji: „Budowa Drogi Regionalnej Racibórz-Pszczyna km 0+000,00 - km 14+344,10”.

#### **1.2 Zakres stosowania ST**

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako kontraktowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

#### **1.3 Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem wzmocnienia podłoża gruntowego z zastosowaniem technologii wibrowymiany, zgodnie z lokalizacją określoną w dokumentacji projektowej.

#### **1.4 Określenia podstawowe**

Kolumny żwirowe – pionowe słupy z kruszywa, uformowane w gruncie metodą wibrowymiany, przyspieszające konsolidację i wzmacniające słabe podłoże.

Wibrowymiana – wtlaczanie kruszywa w podłoże gruntowe za pomocą specjalnego wibratora wgłębnego wyposażonego w zamykaną śluzę, postępujące od warstwy nośnej (podścielającej wzmacnianą warstwę) do poziomu posadowienia budowli (proces formowania od dołu do góry).

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **2. MATERIAŁY**

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

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **2.2 Kruszywo do wykonania kolumn żwirowych**

Do wykonania kolumn żwirowych należy zastosować naturalne kruszywo mineralne o poniższej charakterystyce. Podstawowym składnikiem kruszywa jest żwir frakcji 2-32 mm o wskaźniku różnoziarnistości U 5. W celu poprawy zagęszczalności żwiru dopuszcza się domieszki do 25% wagowych gruboziarnistej pospółki o zawartości frakcji pylastej poniżej 2 %.

Wymagany skład mieszanki jest następujący:

- frakcja żwirowa 16-32 mm, co najmniej 40 %



- frakcja żwirowa 2-16 mm,  $35 \pm 10$  %
- frakcja piaszczysta 0-2 mm, poniżej 25%
- frakcja pylasta 0-0,075 mm, poniżej 2%

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

#### **3.2 Sprzęt do wykonania wibrowymiany**

- palownica
- wibrator śluzowy
- kompresor powietrza
- agregat
- koparko-ładowarka

Sprzęt zastosowany do wykonania kolumn musi zapewniać:

- a) formowanie w gruncie kolumn z kruszywa przy docisku pionowym w czasie zagęszczenia około 150 kN oraz przy sile odśrodkowej, co najmniej 160 kN (w kierunku poziomym) lub w równoważny sposób gwarantujący wykonanie kolumn o średnicy zgodnej z Projektem,
- b) automatyczną rejestrację wykonania kolumny, która obejmuje podstawowe parametry produkcyjne takie jak:
  - numer kolumny,
  - datę i godzinę rozpoczęcia penetracji,
  - ciągły zapis zagłębienia i prędkości penetracji wibratora,
  - natężenie prądu pobieranego przez wibrator, wskazujące na opór podłoża i efektywność zagęszczania trzonu kolumny,
  - objętość wbudowanego kruszywa ( na podstawie liczby załadowanych koszy o znanej objętości),
  - czas wykonania.

Rejestrowane parametry muszą pozwalać na bieżące śledzenie dokładności wykonywanych robót i formowanego trzonu kolumny.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

#### **4.2 Transport materiałów**

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i mieszaniami z innymi materiałami.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1 Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## **5.2 Przygotowanie podłoża (powierzchni roboczej)**

Przed wykonaniem kolumn żwirowych należy wyrównać i zagęścić podłoże w sposób pozwalający na ciągłe poruszanie się ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych.

## **5.3 Wykonanie kolumn żwirowych**

Kolumny żwirowe wykonywane są w technologii wibrowymiany za pomocą wibratora wgłębnego z wewnętrznym podawaniem materiału.

W pierwszej fazie wibrator wypełnia się kruszywem i pogrąża w podłoże przy udziale wibracji i docisku maszyny podstawowej. Po osiągnięciu głębokości przewidzianej w projekcie następuje formowanie poszerzonej stopy żwirowej w gruncie nośnym, przy czym penetracja w grunty nośne powinna wynosić, co najmniej 0,5 m. Osiągnięcie podłoża nośnego powinno być w przypadku każdej kolumny potwierdzone obserwacją wzrostu oporu penetracji wibratora (natężenia prądu pobieranego przez wibrator). W drugiej fazie następuje formowanie trzonu kolumny w obrębie gruntów słabych. W tym celu do wibratora wsypuje się od góry, przez zamykaną śluzę, kruszywo o uziarnieniu od 2 do 32 mm. W trakcie podciągania wibratora do góry kruszywo wypływa spod ostrza wibratora przy udziale sprężonego powietrza i wypełnia przestrzeń zajęta wcześniej przez wibrator. Z kolei ponowne opuszczenie wibratora powoduje rozepchnięcie kruszywa na boki i zwiększenie efektywnej średnicy kolumny. Posuwisto-zwrotny ruch wibratora kontynuowany jest na całej wysokości kolumny. Dodatkowym efektem jaki towarzyszy formowaniu trzonu kolumny żwirowej jest poprawienie parametrów mechanicznych otaczającego gruntu.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót**

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

### **6.2 Badania i kontrola przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przeprowadzić badania kruszywa przeznaczonego do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu zaakceptowania materiału. Badania powinny obejmować właściwości określone w pkt. 2.2 niniejszej ST.

Przed rozpoczęciem robót, dla każdej dziennej działki roboczej, powinno być sprawdzone i odebrane wytyczenie rozmieszczenia kolumn.

### **6.3 Kontrola w czasie robót**

#### **6.3.1 Kontrola procesu formowania kolumn**

Kontrola wykonywania kolumn obejmuje zapis na rejestratorze parametrów określonych w pkt. 3.2. niniejszej ST i bieżące śledzenie (na podstawie w/w parametrów) dokładności formowania kolumny. Co najmniej 80% wykonanych kolumn powinno mieć metryki wykonania otrzymane z automatycznego urządzenia rejestrującego. Dla pozostałych 20% kolumn dopuszcza się ręczne sporządzenie metryk wykonania.

Projektowaną długość każdej kolumny należy zweryfikować w trakcie wykonywania na podstawie obserwacji natężenia prądu pobieranego przez wibrator w czasie penetracji w podłoże nośne. Stopę kolumny należy formować przy natężeniu prądu, co najmniej 80-100 A, natomiast formowanie trzonu kolumny powinno odbywać się przy natężeniu, co najmniej 70-80 A. Trzon kolumny powinien być ciągły i mieć średnicę, co najmniej 80 cm.

### 6.3.2 Sprawdzanie kruszywa

Parametry kruszywa powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 2.2.

Badania kruszywa powinny być prowadzone przez dostawcę i potwierdzone odpowiednimi atestami. Na budowie należy pobierać próbki do badań parametrów jak w pkt. 2.2 jeden raz na 5000 ton dostarczonego kruszywa. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

### 6.4 Kontrola po wykonaniu robót

Kontrola wykonanych kolumn żwirowych obejmuje wrywkowe sprawdzenie liczby i zgodności rozmieszczenia kolumn z dokumentacją techniczną w ograniczonym rejonie, według wskazań Inżyniera. Rzeczywista odległość między kolumnami nie powinna odbiegać od projektowanej więcej niż o 0,4 m.

Dodatkowo należy wykonać statyczne próbne obciążenie podłoża wzmocnionego kolumnami żwirowymi poprzez sztywną płytę stalową o wymiarach minimum 1,0 x 1,0 m lub płytą okrągłą o średnicy nie mniejszej niż 0,95 m. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z przepisami normy PN-S-02205:1998 jak dla badania płytą VSS. Poziom obciążenia ok. 300 kPa. Jako wartości minimalne należy przyjąć moduł odkształcenia wtórnego  $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$  oraz wskaźnik odkształcenia  $I_0 \leq 3,0$ .

Próbnemu obciążeniu należy poddać min. 1 kolumnę (w miejscu wskazanym przez Inspektora Nadzoru lub Projektanta) na 100 kolumn wykonanych na danym odcinku wzmocnienia.

Po zakończeniu formowania kolumn, a przed profilowaniem i zagęszczeniem powierzchni terenu Wykonawca zgłasza roboty zanikające Inżynierowi do akceptacji. Fakt ten winien zostać odnotowany w Dzienniku Budowy.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1 Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 7.2 Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest [mb] (metr bieżący) wykonanej kolumny z kruszywa.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, specyfikacją i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania kontrolne opisane w punkcie 6 dały wyniki pozytywne.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Cena wykonania jednego metra bieżącego [mb] kolumny z kruszywa obejmuje:

prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,

- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- wykonanie wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą technologii wibrowymiany, według wymagań niniejszej Specyfikacji Technicznej oraz Projektu Wykonawczego,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej Specyfikacji Technicznej,

- odwiezienie sprzętu.

## 10. NORMY

PN-B-02480:1986	Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
PN-B-02481:1998	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
PN-S-02205:1998	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
PN-B-04452:2002	Geotechnika. Badania polowe.
PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-EN ISO 9001:2001	Systemy zarządzania jakością Wymagania.
Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2002.	



## **D.10.25.06 WZMACNIANIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO METODĄ WGŁĘBNEGO MIESZANIA NA MOKRO (DSM)**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wzmocnienia podłoża gruntowego metodą wgłębnego mieszania na mokro (DSM). Technologia polega na formowaniu w gruncie pionowych kolumn o określonej średnicy i długości, powstałych przez mechaniczne zmieszanie materiału gruntowego i zaczynu cementowego tłoczonego w kontrolowany sposób za pomocą pompy.

#### **1.2. Zakres stosowania ST**

ST 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 ST mają zastosowanie przy wykonywaniu wzmocnienia podłoża gruntowego metodą wgłębnego mieszania na mokro (DSM).

Średnica pali z cementogruntu zastosowanych dla danego obiektu określona jest w Dokumentacjach Projektowych oraz w Przedmiarze Robót.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz z określeniami podanymi w DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.

**Pale DSM z cementogruntu** - formowane w gruncie pionowe kolumny o określonej średnicy i długości, powstałe przez mechaniczne zmieszanie materiału gruntowego i zaczynu cementowego tłoczonego w kontrolowany sposób za pomocą pompy.

**Zaczyn cementowy** - zaczyn cementowy jest przygotowywany na budowie z wykorzystaniem cementu marki CEM III/A, 32.5 lub równoważnego. Ilość cementu wprowadzonego do gruntu musi zapewnić uzyskanie odpowiedniej, określonej w projekcie wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe gotowego cementogruntu.

**Cementogrunt** - powstały po zmieszaniu in situ gruntu z zaczynem cementowym posiadający wytrzymałość na ściskanie określoną w projekcie. Współczynnik pewności w stosunku do maksymalnych naprężeń obliczeniowych działających na pojedynczą kolumnę powinien wynosić co najmniej 2,5.

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.

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

Roboty powinny być realizowane na podstawie następujących opracowań:

- Dokumentacje Projektowe określające cechy materiałowe pali z cementogruntu, wartości parametrów geotechnicznych (w dokumentacji geotechnicznej), zagłębienie kolumn,

- Sporządzony przez Wykonawcę projekt technologiczny, określający sposób wykonania kolumn.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie (Dokumentacji geotechnicznej), należy odpowiednio dostosować liczbę i wymiary kolumn - w uzgodnieniu z Inżynierem w celu spełnienia wymagań projektu.

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

## **2. MATERIAŁY**

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

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

#### **2.1.1 Zaczyn cementowy**

Zaczyn cementowy jest przygotowywany na budowie z wykorzystaniem cementu zgodnego z Dokumentacją Projektową. Ilość cementu wprowadzonego do gruntu musi zapewnić uzyskanie odpowiedniej, określonej w projekcie wytrzymałości  $R_b$  na ściskanie jednoosiowe gotowego cementogruntu. Całkowita ilość cementu w kolumnach DSM, w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> objętości kolumn DSM, nie powinna być mniejsza niż 230 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.1.2 Cementogrun**

Cementogrun powstały po zmieszaniu in situ gruntu z zaczynem cementowym powinien mieć wytrzymałość na ściskanie zgodnie z Projektem Wykonawczym.

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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

#### **3.2. Szczegółowe wymagania dotyczące sprzętu**

Specjalistyczny sprzęt do mieszania wglębnego (DSM) powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w ST oraz w projekcie. Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe, maszyny) dla zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

##### **3.2.1. Narzędzia wierzące**

Zastosowane urządzenie musi zapewnić pograżenie końcówki mieszającej na podaną głębokość. Kształt i umiejscowienie łopatek końcówki mieszającej powinno zapewnić należyte wymieszanie gruntu z zaczynem cementowym. Zaczyn cementowy, pompowany ze stacji mieszania, przechodzi przez wydrążoną żerdź wierniczą i zostaje wtłoczony w grunt przez dyszę wylotową na spodzie końcówki mieszającej..

Średnicę kolumny DSM, wynikającą z rozmiaru końcówki mieszającej obracanej w gruncie, należy przyjąć zgodnie z projektem.

##### **3.2.2. Węzeł mieszająco-tłoczący**

Mieszalnik umożliwia przygotowanie na terenie budowy odpowiedniej ilości zaczynu cementowego. Pompa musi zapewnić ciągłe i kontrolowane podawanie zaczynu cementowego.

### **3.2.3. Układy sterujący wiertnicy**

Wiertnica powinna być wyposażona w automatyczny układ monitorujący umożliwiający rejestrowanie:

- a) numeru kolumny,
- b) daty oraz godziny rozpoczęcia i zakończenia kolumny,
- c) czasu mieszania,
- d) głębokości pogrążenia końcówki mieszającej,
- e) ilości wpompowanego zaczynu.

Sprzęt używany do wykonania kolumn podlega akceptacji przez Inżyniera.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

### **4.2. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu**

Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania kolumn powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót**

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

### **5.2. Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót**

Roboty objęte niniejszą ST wykonywane mogą być tylko przez Wykonawcę posiadającego odpowiedni sprzęt oraz odpowiednie doświadczenie w prowadzeniu tego typu robót.

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia we własnym zakresie i na koszt własny Projektu organizacji robót, który winien zawierać m.in.:

- ogólną organizację robót,
- sposób rozmieszczenia sprzętu uwzględniający utrudnienia terenowe w dostępie do miejsca wykonywania robót oraz konieczność zachowania ciągłości ruchu na przyległych trasach komunikacyjnych,
- wytyczne technologiczne i dobór wszelkich parametrów gwarantujący spełnienie założonych w Dokumentacjach Projektowych wymagań,
- sposoby zapewnienia bezpieczeństwa pracy oraz ochrony środowiska przed skażeniem,
- harmonogram robót.

Powyższy projekt podlega akceptacji przez Inżyniera.

#### **5.2.1. Wyznaczanie osi kolumn**

Punkty wyznaczające osie kolumn powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.



### 5.2.2. Przygotowanie platformy roboczej

Przed przystąpieniem do wykonania kolumn DSM należy przygotować wyrównaną, stabilną i wolną od przeszkód powierzchnię roboczą przystosowaną do ciągłej pracy ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych.

Jeśli po usunięciu wierzchniej warstwy gruntu warunki na dnie wykopu nie będą spełniały powyższego wymogu należy wykonać dodatkową platformę roboczą. Zasadniczo można w tym celu ułożyć na dnie wykopu ok. 30-centymetrową warstwę wykonaną z taniego i łatwo dostępnego materiału ziarnistego. Ze względu na pomocniczą funkcję tego materiału nie określa się w stosunku do niego dodatkowych wymagań. Zwierciadło wody gruntowej powinno być obniżone poniżej poziomu platformy roboczej o ile zachodzi taka potrzeba. Wymiary wykopu mierzone na poziomie platformy roboczej powinny zapewniać swobodny dostęp wiertnicy do wszystkich kolumn. w razie potrzeby zjazdu do wykopu należy wykonać pochylnie zjazdowe o minimalnej szerokości 3.5m i maksymalnym nachyleniu 1:4.

Platforma robocza powinna być wykonana nie niżej niż 0.5m ponad poziomem posadowienia fundamentu i ponad poziomem zwierciadła wód gruntowych.

### 5.2.3. Wykonanie kolumn DSM

Wykonanie kolumn DSM obejmuje przygotowanie zaczynu w mieszalniku oraz formowanie kolumn w gruncie z poziomu platformy roboczej za pomocą wiertnicy z zamontowaną na niej końcówką mieszającą.

Zaczyn cementowy przygotowywany w mieszalniku powinien mieć odpowiednią gęstość objętościową (lub ekwiwalentnie stosunek W/C), którą optymalizuje na miejscu inżynier budowy zależnie od obserwowanego przebiegu mieszania typowe gęstości wynoszą 1,45 do 1,65 g/cm<sup>3</sup> lub mają W/C<1,1 do 0,7). Przed rozpoczęciem pompowania operator stacji sprawdza gęstość każdej partii przygotowanego zaczynu za pomocą areometru i notuje wynik pomiaru.

Końcówkę mieszającą wiertnicy należy ustawić ponad oznakowanym punktem wyznaczającym oś kolumny. Następnie końcówkę mieszającą wkręca się w grunt pompując równocześnie zaczyn cementowy z ustaloną prędkością przepływu (w litrach/minutę). Otwór wylotowy zaczynu znajduje się na końcu świda, a wiertnica jest połączona z mieszalnikiem za pomocą węża.

Po osiągnięciu głębokości określonej w projekcie i nośnego gruntu następuje naprzemienne podnoszenie i opuszczanie obracanej końcówki mieszającej. Czynności te są powtarzane (zwykle od 3 do 4 razy) w celu dobrego wymieszania zaczynu z gruntem, co ma istotne znaczenie przy formowaniu kolumn w gruntach uwarstwionych i spoistych. Całkowita ilość zaczynu cementowego użytego do wykonania kolumny DSM powinna być mierzona za pomocą przepływomierza (minimalna ilość wpompowanego zaczynu cementowego wynosi 25% w stosunku do 1m<sup>3</sup> gotowego cementogruntu przy gęstości zaczynu powyżej 1,45 g/cm<sup>3</sup>). w przypadku przeszkód w podłożu odpowiednie decyzje podejmuje Inżynier w porozumieniu z projektantem wzmocnienia gruntu.

Kolumny DSM nie powinny być wykonywane przy temperaturze powietrza poniżej -5°C. Głowice kolumn DSM po skutu do wymaganego poziomu nie mogą być narażone na przemarzanie. w przypadku pęknięcia lub rozkruszenia kolumny należy rozkuć głębiej i uzupełnić betonem C8/10.

Po wykonaniu kolumn DSM należy odczekać co najmniej 3 dni. w obszarze wykonanych kolumn nie dopuszcza się ruchu ciężkiego sprzętu. Przystąpienie do prac przy wykopach fundamentowych oraz do skracania kolumn do wymaganego poziomu należy uzgodnić z inżynierem budowy podwykonawcy odpowiedzialnego za wykonanie kolumn.

W przypadku każdej wykonywanej kolumny DSM należy zweryfikować jej zakładaną długość projektową na podstawie obserwowanego oporu penetracji mieszadła w podłożu nośne, biorąc pod uwagę zależny od rodzaju gruntów skokowy przyrost ciśnienia w układzie hydraulicznym wiertnicy oraz spadek postępu penetracji mieszadła w podłożu. Minimalne zagłębienie kolumny w grunty nośne powinno być zgodne z projektem.

W razie obserwowania dużych oporów w czasie penetracji mieszadła w podłoże dopuszcza się skrócenie kolumny DSM przed osiągnięciem projektowanej długości. Decyzję o skróceniu kolumny może podjąć odpowiedzialny inżynier wykonawcy robót jeżeli obserwowany postęp penetracji mieszadła w podłoże spada poniżej około 10 do 15 cm/min w ciągu ostatniego 0,5 m przyrostu głębokości oraz jeżeli z rozpoznania budowy podłoża wynika, że w strefie o zasięgu co najmniej 5d poniżej podstawy kolumny o średnicy  $d$  nie występują słabe grunty. Skrócenie kolumn powinno być każdorazowo uzgodnione z projektantem posadowienia.

#### **5.2.4. Wykonanie wykopów fundamentowych oraz skrócenie kolumn DSM do wymaganego poziomu**

Podczas wykonywania wykopów należy ścinać uformowane kolumny do wymaganego poziomu posadowienia fundamentu za pomocą koparki z łyżką o gładkiej krawędzi (nie należy stosować łyżki z zębatą krawędzią) lub rozkuć kolumny. Odłamane fragmenty kolumn należy usunąć a ewentualne ubytki w przekroju poprzecznym kolumn należy uzupełnić chudym betonem klasy C8/10.

Grunt na dnie wykopu dookoła kolumn i pomiędzy nimi należy wyrównać i zagęścić powierzchniowo odpowiednią płytą wibracyjną do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia przynajmniej  $I_s=0,95$ . Następnie na dno wykopu należy wylać warstwę chudego betonu C8/10 o ustalonej grubości.

Wszelkie wykopy w pobliżu kolumn sięgające poniżej poziomu posadowienia fundamentu, które mogłyby mieć niekorzystny wpływ na wykonane wzmocnienie podłoża, wymagają wnikliwej analizy i zgody Inżyniera.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

### **6.2. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót**

#### **6.2.1. Postanowienia ogólne**

Do odbioru Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- rysunki z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- wydruki z automatycznego systemu monitorującego wiertnicę,
- wyniki badań cementogruntu.

#### **6.2.2. Projekt technologiczny DSM**

Projekt technologiczny wykonania kolumn DSM powinien być zaakceptowany przez niezależnego Inżyniera przed rozpoczęciem robót.

#### **6.2.3. Dokładność i kalibracja urządzeń kontrolno-pomiarowych końcówki mieszającej i urządzeń tłocznych**

Dokładność czujnika do pomiaru głębokości należy sprawdzać raz na tydzień, w razie potrzeby wykonując jego kalibrację. Na pełnej długości końcówki mieszającej dopuszczalna tolerancja dokładności pomiaru wynosi  $\pm 10\text{cm}$ .

Urządzenia do pomiaru ilości podawanego zaczynu cementowego należy kalibrować raz na tydzień w trakcie wykonywania robót, przepuszczając w tym celu przez przepływomierz znaną ilość zaczynu cementowego. Dopuszczalna tolerancja pomiaru na przepływomierzu wynosi  $\pm 5\%$ .

#### 6.2.4. Kontrola gęstości zaczynu cementowego

Gęstość zaczynu po wymieszaniu w zbiorniku należy sprawdzać za pomocą areometru i notować przed każdym rozpoczęciem tłoczenia.

#### 6.2.5. Kontrola kolumn z cementogruntu

Każda kolumna musi posiadać metrykę wykonania obejmującą: numer kolumny, datę wykonania, zagłębienie miesadła poniżej poziomu roboczego, długość trzonu kolumny, ilość i gęstość zużytego zaczynu (tzw. zestawienie zbiorcze). Ponadto wykonanie co najmniej 70% wszystkich kolumn powinno być udokumentowane zapisem z automatycznego rejestratora, kontrolującego parametry produkcyjne.

Próbki mieszanki betonowej należy pobierać zgodnie z PN-EN 12350-1:2011. Sposób wykonania i pielęgnacji próbek do badań wg PN-EN 12390-2:2011.

Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe kolumn DSM należy sprawdzić po 28 dniach od wykonania na znormalizowanych próbkach sześciennych 150 x 150mm. Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12390-3:2011. W przypadku gdy zaczyn cementowy przygotowany został z wykorzystaniem cementu CEM III/A, wytrzymałość na ściskanie próbek należy sprawdzić po 28 i 56 dniach, przy czym uzyskanie wytrzymałości gwarantowanej wymagane jest po 56 dniach, a po 28 dniach uzyskanie min 70% wartości wytrzymałości gwarantowanej. Przy uzyskaniu 70% wartości po 28 dniach badanie po 56 dniach może być wymagane jedynie na życzenie Inżyniera.

Próbki należy uformować ze świeżego materiału pobranego podczas wykonywania kolumn i przechować do czasu wykonania badania w warunkach zbliżonych do warunków panujących na placu budowy. Należy pobrać 1 serię próbek na około 200 mb kolumn DSM, lecz nie mniej niż 2 serie badań dla każdej z wydzielonych podpór (1 seria obejmuje 4 normowe kostki próbne). Badania na ściskanie należy wykonać w niezależnym laboratorium.

Średnia wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie po 28 dniach powinna wynosić 2,5 MPa. Wytrzymałość minimalna na jednoosiowe ściskanie po 28 dniach powinna wynosić 1,5 MPa o ile w Dokumentacji Projektowej nie podano inaczej

Dokładność usytuowania kolumn w planie powinna wynosić  $\pm 20$ cm dla kolumn wewnętrznych i  $\pm 15$ cm dla kolumn zewnętrznych. Dopuszcza się nie spełnianie tolerancji 15cm przez 10% kolumn zlokalizowanych przy krawędzi fundamentu. w przypadku występowania większych odchyłek należy powiadomić projektanta w celu podjęcia odpowiednich decyzji. Liczba kolumn pod fundamentem powinna być zgodna z projektem.

W wyjątkowych przypadkach projektant lub inżynier kontraktu może zalecić sprawdzenie charakterystyki obciążenie-osiadanie kolumn DSM za pomocą próbnego obciążenia. Przebieg i interpretację takiego badania wykonuje się na podstawie indywidualnego projektu.

#### 6.2.6. Program badań

- a) Badania przed rozpoczęciem budowy
  - sprawdzenie przygotowania terenu.
- b) Badania w czasie robót
  - sprawdzenie jakości materiałów,
  - sprawdzenie podłoża gruntowego,
  - formowanie kolumn,
  - kontrola ciągłości kolumny.
- c) Badanie odbiorcze
  - sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową,
  - badania specjalne – np. próbne obciążenie kolumny.

### 6.2.7. Opis badań

#### a) Sprawdzenie przygotowania terenu

Sprawdzenie przygotowania terenu należy przeprowadzać na zgodność z odpowiednim punktem niniejszej ST. w przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2m powinny być wykopane ręcznie.

#### b) Sprawdzenie jakości materiałów

Należy prowadzić na bieżąco zgodność z wymaganiami.

#### c) Sprawdzenie podłoża gruntowego

- Zakres badań

Sprawdzenie podłoża polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w Dokumentacjach Projektowych. Przed rozpoczęciem robót należy przeprowadzić kontrolne badania podłoża. Szczegółowe sprawdzenie podłoża wykonuje się w co najmniej dwóch miejscach dla każdej podpory, lecz nie rzadziej niż co 15m.

W przypadku wystąpienia różnic między wynikami badań kontrolnych, a parametrami podanymi w Dokumentacji Projektowej należy zwrócić się do Inżyniera, który zadecyduje o dalszym sposobie postępowania.

Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia wyników kontrolnych badań podłoża do akceptacji Inżynierowi co najmniej 14 dni przed planowanym rozpoczęciem robót.

- Sposób szczegółowego sprawdzania podłoża

Sposób ten powinien być dostosowany do warunków gruntowych i miejscowych.

Sprawdzenie powinno dotyczyć wszystkich warstw podłoża gruntowego. z każdej przewierconej warstwy, lecz nie rzadziej niż co 2 m należy pobrać próbkę gruntu o naturalnym uziarnieniu (NU) zgodnie z PN-B-04452:2002. Próbkę poddaje się badaniom makroskopowym i przechowuje do czasu końcowego odbioru kolumn.

#### d) Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową

Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową polega na porównaniu wykonanych robót z Dokumentacją Projektową i rozdziałem niniejszej ST dotyczącym kontroli betonów. Położenie głowicy pala i osi zbrojenia pali należy sprawdzać przez pomiary przymiarem z podziałką centymetrową i niwelatorem.

#### e) Kontrola ciągłości kolumny

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia kontroli ciągłości kolumny. Metoda kontroli musi zostać zaakceptowana przez Inżyniera.

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest 1m (metr) długości kolumny o średnicy i wytrzymałości określonej w Przedmiarze Robót wraz z jej głowicą, wykonanej i odebranej. Do długości kolumny nie wlicza się jej górnej części od poziomu platformy roboczej do spodu ławy fundamentowej.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

### **8.2. Szczegółowe zasady odbioru robót**

Pale należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami normy jeżeli wszystkie badania opisane powyżej i próbne obciążenie kolumn dały wyniki pozytywne oraz zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych.

Do odbioru końcowego robót Wykonawca musi przedstawić:

- Dokumentację Powykonawczą z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- Protokoły geodezyjnego wytyczenia lokalizacji kolumn lub punktów bazowych,
- Zbiorcze zestawienie wszystkich wykonanych kolumn, obejmujące: datę wykonania, numer kolumny, długość kolumny i ilość zużytego zaczynu,
- Pozytywne wyniki badań wytrzymałości cementogruntu na ściskanie,
- Deklaracje zgodności lub atesty na cement.
- Inne dokumenty zażądane przez Inżyniera.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

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

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

Podstawą płatności jest cena jednostkowa, która obejmuje:

- wykonanie projektu technologicznego wzmocnienia gruntu,
- wykonanie i usunięcie platformy roboczej,
- wyznaczenie osi kolumn,
- dostarczenie potrzebnych materiałów i sprzętu,
- wykonanie kolumn,
- pielęgnację kolumn,
- rozkucie głowicy kolumny do projektowanej rzędnej,
- przeprowadzenie kontroli ciągłości kolumn,
- przygotowanie podłoża pod ławę fundamentową,
- oczyszczenie sprzętu i miejsca robót,
- prowadzenie metryki kolumny,
- montaż i demontaż i przemieszczenie w obrębie budowy wiertnicy i urządzeń, wraz z wykonaniem i rozbiórką niezbędnych pomostów roboczych,
- ewentualne uzupełnienie ubytków w kolumnach betonem,
- koszt badań.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

PN-B-02481:1998	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów na palach.
PN-78/B-02483	Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania.
PN-B-04452:2002	Geotechnika. Badania polowe.
PN-B-02481:1998	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-EN 12350-1	Badania mieszanki betonowej -- Część 1: Pobieranie próbek
PN-EN 12390-2	Badania betonu -- Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
PN-EN 12390-3	Badania betonu -- Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań



## D.10.25.07 WYMIANA GRUNTU

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wymiany gruntu w wykopach objętych niniejszym kontraktem.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

ST jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót mostowych.

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Roboty, których dotyczy niniejsza Specyfikacja obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie robót polegających na wymianie gruntu słabego, nienośnego w zakresie przedstawionym w Dokumentacjach Projektowych.

#### 1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi normami oraz określeniami podanymi w Specyfikacji ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.

**Wskaźnik zagęszczenia gruntu** - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru;

$$I = \frac{P_d}{P_{ds}}$$

gdzie:  $P_d$  – gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu w [Mg/m<sup>3</sup>]

$P_{ds}$  – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-88/B-04481, służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych w [Mg/m<sup>3</sup>], badania wykonać zgodnie z normą BN-77/8931-12.

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

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

gdzie:  $d_{60}$  – średnica oczek sita przez które przechodzi 60% gruntu [mm]

$d_{10}$  – średnica oczek sita przez które przechodzi 10% gruntu [mm]

#### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.



---

## **2. MATERIAŁY**

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

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

### **2.2. Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów**

Materiałami służącymi do wbudowania w miejsce usuniętego słabego gruntu są grunty niespoiste przepuszczalne, takie jak piasek średni i gruby, żwir, pospółka, mieszanki z kruszywa łamanego o uziarnieniu mieszanym frakcji 0/100 mm z udziałem frakcji poniżej 0,06mm nie większym niż 15 % (wagowo).

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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

### **3.2. Szczegółowe wymagania dotyczące sprzętu**

Sprzęt używany do wydobycia słabego gruntu, odwodnienia wykopu oraz wbudowania i zagęszczenia gruntu wymienionego winien odpowiadać gabarytom wykopów, w których dokonuje się wymiany, winien zapewnić odpowiednią jakość i bezpieczeństwo pracy oraz winien być zaakceptowany przez Inżyniera.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

### **4.2. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu**

Transport gruntów winien odbywać się odpowiednimi środkami transportu zaakceptowanymi przez Inżyniera. Grunt podlegający wymianie należy przewozić w miejsce wskazane przez Wykonawcę i zaakceptowane przez Inżyniera.

Grunt przeznaczony do wbudowania należy przewozić tak, aby zachować jego dobry stan techniczny.

Pozostałe szczegółowe wymagania zgodnie ze Specyfikacją M11.01.01 pkt. 4.2.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót**

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

### **5.2. Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót**

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzenia Programu Zapewnienia Jakości (PZJ), który będzie zawierał:

- projekt organizacji i harmonogram robót objętych niniejszą ST,
- program zapewnienia bezpieczeństwa pracy oraz ochrony zdrowia i środowiska podczas wykonywania robót objętych niniejszą ST,

Dla sporządzonego w wyżej wymienionym zakresie PZJ Wykonawca musi uzyskać akceptację Inżyniera.

Wydobycie słabego gruntu do poziomu warstwy nośnej zgodnie z Dokumentacją Projektową oraz odwodnienie i obniżenie poziomu wód gruntowych należy wykonać wg punktu 5 Specyfikacji M.11.01.01. Ponadto należy przy usuwaniu gruntu nienośnego sprawdzać, aby usunięto ten grunt z całej powierzchni wykopu oraz czy grunty zalegające pod warstwą nienośną są zgodne z Dokumentacją Projektową.

Wbudowanie gruntu nośnego winno nastąpić po sprawdzeniu czy dno wykopu jest pozbawione gruntów słabych podlegających wymianie zanieczyszczeń obcych oraz czy jest odwodnione.

Do zasypania należy przewidzieć grunt wg punktu 2 niniejszej Specyfikacji pozwalający na uzyskanie wskaźnika zagęszczenia  $I_s = 0,98$  oraz kąta tarcia wewnętrznego  $\Phi \geq 32^\circ$  lub większy. Może to być grunt pobrany z innych wykopów pod warunkiem spełnienia powyższych wymagań oraz pozbawiony zanieczyszczeń, zmarzlin.

Zagęszczenie gruntu nasypowego wg punktu 5.2. Specyfikacji M.11.01.04 „Zasypanie wykopów z zagęszczeniem”.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

### **6.2. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót**

Wg Specyfikacji M.11.01.01 oraz M.11.01.04. Kontrolę zagęszczenia należy przeprowadzać dla każdej zagęszczanej warstwy (wg. BN-77/8931-12).

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiaru jest  $1\text{m}^3$  (metr sześcienny) przestrzeni gruntu w stanie rodzimym podlegającej wymianie. Ilość robót określa się na podstawie Dokumentacji Projektowej z uwzględnieniem ilości sprawdzonych w naturze, zaakceptowanych przez Inżyniera.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

### **8.2. Szczegółowe zasady odbioru robót**

Wg Specyfikacji M.11.01.01.

Ponadto odbiorowi podlegają: rodzaj, uziarnienie i wskaźnik zagęszczenia (zgodnie z niniejszą ST) dla gruntu rodzimego w dnie wykopu i gruntu wbudowanego.

---

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

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

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

Podstawą płatności jest cena jednostkowa, która obejmuje:

- sporządzenie Programu Zapewnienia Jakości (PZJ) wraz z uzyskaniem akceptacji Inżyniera,
- wyznaczenie zarysu gruntu w wykopie przeznaczanego do wymiany,
- wydobywanie, załadowanie i wywiezienie przewidzianego do wymiany gruntu w miejsce wskazane przez Wykonawcę i zaakceptowane przez Inżyniera,
- oznaczenie i zabezpieczenie wykopu,
- pozyskanie gruntu służącego do wbudowania,
- dostarczenie go na miejsce wbudowania,
- wbudowanie w stanie optymalnej wilgotności z zagęszczeniem do wymaganego wskaźnika zagęszczenia,
- odwodnienie wykopu i obniżenie poziomu wód gruntowych na czas wymiany gruntu,
- koszty niezbędnych badań i pomiarów
- uporządkowanie terenu wokół wykopu, wywóz i utylizacja odpadów i śmieci oraz pozostałego gruntu który stanowi własność Wykonawcy,

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
BN-77/8931-12	Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.