

# **WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D.02.01.01c**

**ROBOTY SPECJALISTYCZNE – WYKONANIE  
WZMOCNIENIA KOLUMNAMI DSM**

## I. Wstęp

### 1.1. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i Specyfikacją Techniczną Wykonanie i Odbioru Robót Budowlanych D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

#### 1.1.1. Kolumna Deep Soil Mixing (DSM)

Kolumny DSM – pionowe, cylindryczne elementy średnicy i długości określonej w projekcie, wykonane poprzez mechaniczne wymieszanie gruntu oraz zaczynu cementowego wprowadzanego przy technologii mokrej DSM.

#### 1.1.2. Metoda wykonania kolumn DSM

*Wet Deep Soil Mixing (wet DSM) – metoda wykonania kolumn DSM poprzez wymieszanie gruntu wspomaganym kontrolowaną iniekcją zaczynem cementowym. Mieszanie jest wspomagane specjalnym mieszadłem wyposażonym w głowicę iniekcyjną. Proces mieszania jest powtarzany kilkakrotnie w pionie co powoduje ujednolicenie materiału kolumny – cementogruntu. Kolumny wykonywane są bez wibracji.*

#### 1.1.3. Monitorowanie

Prowadzenie obserwacji w ramach kontroli jakości technicznej procesu wykonania kolumn DSM polegające na kontroli rzędnej zagłębienia urządzenia wierzącego, ilości i ciśnienia wypływającego z monitora zaczynu cementowego, kontroli bieżącej gęstości zaczynu cementowego, oporu stawianego urządzeniu wierzącemu przez grunt.

#### 1.1.4. Nadzór

Aktywna funkcja w nadzorowaniu i kierowaniu wykonaniem kolumn.

#### 1.1.5. Dokumentowanie

Sporządzenie trwałego zapisu faktów dotyczących wykonywania kolumn i rejestrowanych danych w formie „Metryk kolumn”. Metryki powinny powstać na podstawie wydruków automatycznego rejestratora parametrów realizowanych kolumn. Minimum 70 % wykonanych kolumn powinno posiadać wydruk z rejestratora automatycznego maszyny wierzącej.

#### 1.1.6. Metryki kolumn

Dokument stanowiący szczegółowy zapis czynności realizowanych przez Wykonawcę w trakcie realizacji robót. Jest to dziennik realizacji robót obejmujący szczegółowy zapis realizacji robót:

- lokalizację wzmocnianego obiektu;
- poziom platformy roboczej;
- numer, długość oraz średnicę kolumny;
- ilość zaczynu cementowego zużytego do wykonania kolumny;
- datę rozpoczęcia i zakończenia realizacji kolumny;
- długość projektową kolumny;
- imię, nazwisko oraz nr uprawnień Kierownika Robót;

#### 1.1.7. Poziom roboczy

Poziom terenu, z którego realizowane są kolumny DSM.

#### 1.1.8. Poziom głowicy

Projektowany poziomy, górnej krawędzi głowicy kolumny.

#### 1.1.9. Poziom podstawy

Poziomy dolnego końca kolumny.

#### 1.1.10. Wierzch głowicy kolumny

Górna powierzchnia głowicy kolumny.

#### 1.1.11. Trzon kolumny

Element kolumny pomiędzy wierzchem kolumny i podstawą.

#### 1.1.12. Podstawa kolumny

Dolna powierzchnia kolumny.

#### 1.1.13. Dokop

Miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone poza pasem prowadzonych Robót drogowych.

### 1.2. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonanych robót, bezpieczeństwo wszelkich czynności na terenie budowy, metody użyte przy budowie oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

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

## 2. Wyroby budowlane i materiały

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące wyrobów budowlanych (materiałów)

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

### 2.2. Wyroby i materiały do wykonania kolumn DSM

- cement do wykonania kolumn DSM – cement z grupy CEM II, CEM III lub inny zaakceptowany przez Inżyniera,
- woda do zaczynu cementowego – wymagania wg PN-EN 1008; bez badania można stosować wodę wodociągową pitną.

### 2.3. Wyroby i materiały do wyrównania głowic kolumn po ścięciu

Ubytki i nierówności powierzchni poniżej poziomu głowicy kolumny DSM należy wyrównać betonem wg PN-EN206-1 przy użyciu cementu, kruszywa i wody.

### 2.4. Kruszywo

Kruszywo 0/63 do warstwy nad kolumnami i do odtwarzania platformy nad kolumnami DSM winna spełniać wymagania co do uziarnienia wg WT-4.

### 2.5. Przechowywanie i składowanie materiałów

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą one użyte do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniami, zachowały swoją jakość i właściwości i były dostępne do kontroli przez Inżyniera. Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy w miejscach uzgodnionych

z Inżynierem lub poza terenem budowy w miejscach zorganizowanych przez Wykonawcę i zaakceptowanych przez Inżyniera.

### **3. Sprzęt**

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

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

#### **3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót**

Roboty mogą być wykonane przy użyciu dowolnego typu sprzętu mechanicznego, gwarantującego osiągnięcie żądanych projektem rezultatów (wykonanie kolumn DSM o odpowiedniej średnicy), zaakceptowanego przez Inżyniera.

### **4. Transport**

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

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

#### **4.2. Transport materiałów i wyrobów**

Materiały do wykonania wzmocnienia mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu dostosowanymi do danego materiału. Należy je ustawiać równomiernie na całej powierzchni ładunkowej i zabezpieczyć przed możliwością przesuwania się podczas transportu.

### **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. Wymagania projektowe**

Przy wykonywaniu kolumn DSM należy przestrzegać wartości sprecyzowanych w projekcie, m.in.:

- rodzaju kolumn i ich przekroju;
- cech materiałowych i wytrzymałościowych kolumn;
- lokalizacji i rozmieszczenia każdej kolumny;
- dopuszczalne odchyłki położenia kolumn w planie jeżeli określono wartości odmienne niż w niniejszej specyfikacji;
- specjalnych wymagań dotyczących technologii realizacji kolumn (m.in. wykonania kolumn w poszczególnych etapach);
- długości kolumn;
- rzędnych stóp i wierzchu kolumn.

#### **5.3. Wykonanie kolumn DSM**

### 5.3.1. Przygotowanie terenu robót

Przygotowanie terenu polega na sprawdzeniu i wytyczeniu miejsca prowadzenia robót oraz na wykonaniu niezbędnych robót makroniwelacyjnych, usunięciu drzew, krzewów i przygotowaniu stabilnej powierzchni dla wykonania kolumn DSM. Stan powierzchni roboczej musi pozwalać na bezpieczną pracę maszyny i transport spoiwa do miejsca robót w każdych warunkach pogodowych.

W przypadku, kiedy warunki prowadzenia robót na powierzchni roboczej będą niewystarczające do bezpiecznego i prawidłowego wykonywania kolumn DSM należy wykonać platformę roboczą o miąższości 50 cm z pospółki zagęszczonej do  $I_s \geq 0,95$  zgodnie z BN-77/8931-12, alternatywnie można stosować metodę badania płytą dynamiczną..

### 5.3.2. Wytyczenie osi kolumn w terenie

Punkty projektowanych kolumn DSM powinny być wytyczone w terenie przez służbę geodezyjną Wykonawcy. w przypadku szczególnych wymagań określonych przez Nadzór wytyczenie powinno zostać sprawdzone przez służbę geodezyjną Nadzoru. Wytyczone punkty realizacji kolumn lub osie powinny być zastabilizowane w gruncie w sposób trwały, zabezpieczający je przed przemieszczeniem. Miejsca realizacji kolumn powinny być wyznaczone przez Wykonawcę na podstawie lokalizacji podanej w projekcie. Pozycja każdej kolumny przed i po wykonaniu powinna zostać skontrolowana i udokumentowana w dokumentacji powykonawczej.

### 5.3.3. Wykonanie kolumn DSM

W celu wykonania kolumn DSM zastosować należy technologię mokrą. Wykonanie kolumn DSM można podzielić na dwa równoległe procesy: produkcja zaczynu cementowego w stacji mieszania oraz realizacja kolumn w podłożu.

Zaczyn cementowy przygotowany w stacji mieszającej, powinien posiadać gęstość dostosowaną do lokalnych warunków (typowa gęstość to od 1.5 do 1.75 g/cm<sup>3</sup>). Gęstość zaczynu winna być kontrolowana przed rozpoczęciem pompowania.

Do wykonania zaczynu cementowego należy użyć cementu hutniczego z grupy CEM II, CEM III lub innego zaakceptowanego przez Inżyniera oraz wody. Ilość cementu musi zapewnić uzyskanie projektowanej wytrzymałości cementogruntu.

Podczas przygotowywania zaczynu urządzenie wiertnicze jest umieszczane nad wytyczonym środkiem kolumny. Urządzenie wiertnicze jest wwiercane w podłoże. Monitor iniekcyjny jest umieszczony na końcu głowicy wierzącej i podłączony do stacji mieszania zaczynu za pomocą węży zaczynowych.

Po osiągnięciu założonej głębokości, obracające się urządzenie wierzące jest w sposób ciągły podnoszone i opuszczane z jednoczesnym tłuczeniem zaczynu cementowego. Ten proces jest powtarzany kilkakrotnie po to by spowodować ujednolicenie materiału kolumny w kierunku pionowym co ma duże znaczenie szczególnie w gruntach uwarstwionych. Skład, zawartość oraz ilość zaczynu jest regulowana przy uwzględnieniu lokalnych warunków gruntowych. Kolumny DSM należy wykonać wg rysunków projektu wykonawczego.

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

W przypadku niespełnienia warunku uzyskania przez kolumny rzędnych określonych w dokumentacji technicznej, decyzję w sprawie odstępstwa może podjąć wyłącznie Projektant.

W obszarze wykonanych kolumn nie dopuszcza się ruchu ciężkiego sprzętu przez okres min. 72 godzin.

#### 5.3.4. Pobór próbek cementogruntu

Pobór próbek cementogruntu do prób wytrzymałościowych musi obejmować pobór 1 serii badań na około 200 mb kolumn (z kolumn DSM należy pobrać minimum 4 serie próbek, przy czym 1 seria obejmuje 3 normowe sześciennie kostki próbne). 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. Próby wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe należy wykonać w laboratorium badawczym, po upływie 56 dni od pobrania próbek (uwaga: dopuszcza się wykonanie części badań, jednak nie więcej niż dwóch serii, po 28 dniach od pobrania).

#### 5.3.5. Usunięcie naddatku technologicznego

Po wykonaniu kolumny, po upływie co najmniej 12 godzin, należy usunąć naddatek technologiczny i wyrównać wierzch kolumny do projektowanej rzędnej poprzez ścięcie materiału kolumny. Kolumny należy ostrożnie ścinać koparką wyposażoną w łyżkę o gładkiej krawędzi (niedopuszczalne jest stosowanie zębów, ścinanie spychaczem i przepychanie kolumn) lub rozkuwać mechanicznie w przypadku stwardniałego cementogruntu. Nie wolno również nadmiernie przegłębiać jednostronnie wykopu wokół kolumny ze względu na możliwość jej przełamania lub pęknięcia. Ewentualne ubytki i nierówności powierzchni głowicy kolumny należy wyrównać chudym betonem klasy C8/10 lub wyższej.

#### 5.3.6. Odtworzenie platformy roboczej

Na kolumnach należy ułożyć warstwę o grubości 20cm kruszywa o uziarnieniu do 63 mm, a na nim geosiatkę. Dla kruszywa o uziarnieniu do 63mm zastosować pomiar metodą obciążenia płytą statyczną (VSS) – metodyka badania zgodnie z STWiORB D.04.04.02 Podbudowa z mieszanki niezwiązanej kruszywa.

Kruszywo winno spełniać wymagania dotyczące nośności  $E_2 \geq 60$  i odkształcenia  $I_0 \leq 2,8$

### 6. Kontrola jakości robót

#### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

#### 6.2. w zakresie kontroli wykonania kolumn DSM

Sprawdzeniu podlegają w szczególności:

- wykonanie każdej kolumny musi być wykazane w zbiorczym zestawieniu robót, które obejmuje: numer kolumny, datę wykonania, zagłębienie mieszadła poniżej poziomu roboczego, długość kolumny, ilość i gęstość zużytego zaczynu, ponadto wykonanie co najmniej 70% wszystkich kolumn powinno być udokumentowane zapisem z automatycznego rejestratora kontrolującego parametry produkcyjne;

- tolerancje wykonania kolumn – w przypadku, gdy nie zostały ustalone w dokumentacji projektowej – są następujące:

- kolumny muszą być wykonane do projektowanych rzędnych;
- odchyłki w położeniu osi kolumny (w stosunku do projektu):  $\leq 8$  cm;
- odchyłki w średnicy kolumny: -5 cm, + bez ograniczeń
- odchyłki dotyczące poziomu ścięcia (w stosunku do projektu): -10 cm, + 5 cm.

## 7. Obmiar robót

Kontrakt ryczałtowy - jednostką obmiaru jest wykonana i odebrana protokołem Odbioru Końcowego jednostka określona w STWiORB.

## 8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

## 9. Podstawa płatności

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w WWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Wynagrodzenia ryczałtowe: zasady płatności podano w umowie między Zamawiającym, a Wykonawcą.

## 10. Przepisy związane

PN-86/B-02480	Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
PN-68/B-06050	Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-EN 996	Sprzęt do palowania – Wymagania bezpieczeństwa.
PN-EN 197-1	Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
PN-EN 197-2	Cement - Część 2: Ocena zgodności.
PN-EN 196-3	Metody badania cementu - Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.
PN-EN 206-1	Beton – część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-EN 1008	Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.