

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

D.02.01.01/b

**WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO
METODĄ WIBROFLOTACJI**

1. Wstęp

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych ze wzmocnieniem podłoża gruntowego metodą wibroflotacji w związku z budową zachodniej obwodnicy miasta Poznania w ciągu S11 na odcinku Złotkowo – autostrada A2 (Głuchowo) etap I długości 14,2 km.

1.2. Zakres stosowania ST

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

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wzmocnieniu podłoża gruntowego z gruntu niespoistego przy użyciu ciężkich wibratorów wgłębnych (wibroflotów) i obejmują:

a) zasypanie wyrobisk gruntem z dokopu oraz dogęszczenie gruntu metodą wibroflotacji.

1.4. Określenia podstawowe

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

1.4.2. Wibroflotacja - metoda wzmocniania gruntu niespoistego przy użyciu wibroflotów, polegająca na wywołaniu zmiany układu ziaren, gęstszego ich ułożenia i zmniejszenia objętości porów.

1.4.3. Wibroflot - ciężki wibrator wgłębny, zagłębiany w grunt drganiami wału z mimośrodowymi obciążnikami uruchomionymi silnikiem, które powodują opuszczanie urządzenia pod naciskiem własnej masy.

1.4.4. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.2. Materiały do wykonania wibroflotacji

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania wzmocnienia podłoża gruntowego metodą wibroflotacji powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST.

2.2.2. Materiały wypełniające grunt

W przypadku wzmocnienia podłoża gruntowego przy użyciu materiału wypełniającego grunt można stosować grunt/kruszywo jak w Dokumentacji Projektowej – Tom 02/01/02.

Materiał wypełniający grunt powinien odpowiadać wymaganiom dokumentacji projektowej w zakresie składu ziarnowego; pozostałe cechy fizykochemiczne powinny odpowiadać wymaganiom norm stosowanych w budownictwie drogowym.

Składowanie materiałów sypkich, nie przeznaczonych do bezpośredniego wbudowania po dostarczeniu na budowę, powinno odbywać się na podłożu równym, utwardzonym i odwodnionym, przy zabezpieczeniu materiału przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi materiałami.

Potrzebna objętość materiału nasypowego na odcinku I (Pr, Ps lub Pd) - 125145 m³.

Potrzebna objętość materiału nasypowego na odcinku II - 34800 m³.

W tym materiału:

- (a) grunt kamienisty o uziarnieniu od 63 mm do 400 mm w ilości wagowej większej od 80% i kącie stoku naturalnego $> 45^\circ$ - 3321 m³
- (b) grunt kamienisty o uziarnieniu od 20 mm do 63 mm w ilości wagowej większej od 80% i kącie stoku naturalnego około 45° - 1107 m³
- (c) żwir (Ż) o uziarnieniu od 2 mm do 20 mm w ilości wagowej większej od 80%, - 1940 m³
- (d) pospółka (Po), piasek gruby (Pr), piasek średni (Ps) lub piasek drobny (Pd) -, - 25414 m³
- (e) pospółka (Po) lub piasek gruby (Pr), - 3018 m³

2.2.3. Geotkanina dla odcinka II

- wytrzymałość na rozciąganie σ_0 50/50 kN/m,
- wydłużenie przy zerwaniu ϵ_0 max 10% długości.

2.2.4. Geomata wg projektu drogowego.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Przy wykonywaniu wzmocnienia podłoża gruntowego metodą wibroflotacji Wykonawca, w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót:

- wibroflotów, zagłębianych w grunt własną masą z ewentualną możliwością jednoczesnego tłoczenia wody lub powietrza w grunt,
- wibratorów wgłębnych z rurą do wprowadzania w grunt kruszywa oraz z rurkami do tłoczenia wody lub powietrza,
- dźwigów lub żurawi do wprowadzania wibroflotu (wibratora wgłębnego) w grunt,
- pomp do tłoczenia wody lub powietrza,
- równiarek lub innego sprzętu do profilowania podłoża,
- walców lub zagęszczarek wibracyjnych.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej lub instrukcji producenta oraz powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2. Transport materiałów

Materiały sypkie do wypełnienia gruntu, można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem.

4.3. Transport geotkaniny wg zaleceń producenta.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Zasady wykonywania robót

Konstrukcja i sposób wykonania wzmocnienia podłoża metodą wibroflotacji powinny być zgodne z dokumentacją techniczną i ST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji oraz z informacji podanych w załączniku 1.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu wibroflotacji obejmują:

1. roboty przygotowawcze, obejmujące lokalizację, parametry wysokościowe i ustalenie punktów zagęszczania,
2. zagęszczanie podłoża gruntowego wibroflotami (wibratorami wgłębnymi),

3. profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu,
4. roboty wykończeniowe.

5.3. Roboty przygotowawcze

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

- ustalić lokalizację terenu robót,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary geodezyjne niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,
- usunąć przeszkody, np. drzewa, krzaki, obiekty, elementy dróg, ogrodzeń itd.,
- trwale oznaczyć punkty zagęszczania podłoża, zwykle w postaci siatki trójkątnej lub kwadratowej o boku od 1,5 do 3 m.

5.4. Zagęszczenie podłoża wibroflotami (wibratorami wgłębnymi)

Wzmocnienie podłoża metodą wibroflotacji przy użyciu samego wibroflotu zagęszczającego grunt własną masą urządzenia polega na:

- ustawieniu nośnika wibroflotu nad kolejnymi punktami wytyczonej siatki zagęszczającej,
- zagłębianiu w grunt wibroflotu **pod** własnym ciężarem, z jednoczesnym działaniem wibracji i tłoczeniu pompą wody przez dolne dysze. Głębokość zagęszczania powinna być zgodna z ustaleniami dokumentacji projektowej (zwykle może wynosić od 3 do 6 m, ale może osiągać nawet 40 m),
- podciągnięciu wibroflotu do góry i przemieszczeniu się na następny punkt siatki.

Szybkie pogrążanie wibroflotu w piaskach powinno występować na skutek drgań urządzenia i strumienia wody upłynniającego grunt. W luźnym gruncie powinien powstać zagęszczony słup, zwykle średnicy od 1,5 do 2,5 m. Pożądane jest uzyskanie stopnia zagęszczenia gruntu $I_D = 0,5$ do $0,9$, szczególnie między punktami wibrowania.

Przy stosowaniu wibratora wgłębnego, wyposażonego w rurę do wprowadzania kruszywa w grunt, należy wykonać czynności wymienione poprzednio dla wibroflotu, a ponadto do powstałego otworu - dodawać materiał wypełniający określony w punkcie 2, o takim uziarnieniu, by tonął w otworze (nie wypływał wraz z wodą) i dobrze się zagęszczał. Ilość materiału zagęszczającego orientacyjnie może wynosić do 10% zagęszczanej objętości. Zagęszczanie powinno się odbywać podczas podciągania urządzenia ruchem posuwisto-zwrotnym i jednoczesnym dodawaniem zasypki, która częściowo zostaje wciśnięta w ściany otworu. Skuteczność zagęszczania poprawia tłoczenie przez górne dysze wody lub powietrza. W gruntach nienawodnionych, utrzymujących stabilny otwór, proces może być wykonywany na sucho, bez dodawania wody lub z wykorzystaniem sprężonego powietrza. Dzięki dodawaniu grubych frakcji następuje poprawa uziarnienia podłoża, co sprzyja powstawaniu zagęszczonego słupa gruntu o średnicy do 2,5 m. Jednocześnie występuje wypłukiwanie przez wodę najdrobniejszych cząstek gruntu podłoża.

5.5. Profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu

Jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, to teren poddany zagęszczeniu (wzmocnieniu) metodą wibroflotacji należy wyprofilować i zagęścić.

Przed tymi czynnościami należy usunąć i wywieźć na wyznaczone miejsce drobne cząstki gruntu, które wypłynęły na powierzchnię w procesie wibroflotacji.

Po oczyszczeniu powierzchni ze 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 wibracyjnymi lub zagęszczarkami wibracyjnymi.

W przypadku gdy dokumentacja projektowa nie przewiduje profilowania i wyrównania podłoża, w każdym przypadku konieczne jest dogęszczenie warstwy powierzchniowej grubości od 0,5 do 1 m po zakończonym procesie wibroflotacji.

5.6. Roboty wykończeniowe

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

- odtworzenie przeszkód czasowo usuniętych przed wykonaniem przegrody, np. parkanów, ogrodzeń, nawierzchni, chodników, krawężników itp.,
- niezbędne uzupełnienia zniszczonej w czasie robót roślinności, tj. zatrawienia, krzewów, ew. drzew,
- roboty porządkujące otoczenie terenu robót.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

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

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające materiał sypki do stosowania (ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),

- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone w pktcie 2.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tablica 1.

Tablica 1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Częstotliwość badań | Wartości dopuszczalne |
|-----|--|---------------------|--|
| 1 | Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową | 1 raz | Wg pktu 5.3 i dokumentacji projektowej |
| 2 | Sprawdzenie wykonania usunięcia przeszkód | 1 raz | Wg pktu 5.3 |
| 3 | Wytyczenie punktów zagęszczania podłoża | Ocena ciągła | Wg pktu 5.3 – w siatce kwadratów 1,5m/1,5m do 2,5m/2,5m. Rozstaw należy ustalić na poletku kontrolnym wg potrzeb tj. uzyskania stopnia zagęszczenia zgodnego z dokumentacją projektową – Tom 02/01/02. |
| 4 | Zagęszczanie podłoża wibroflotami (wibratorami wgłębnyymi) | Ocena ciągła | Wg pktu 5.4 |
| 5 | Ew. profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu | Ocena ciągła | Wg pktu 5.5 |
| 6 | Wykonanie robót wykończeniowych | Ocena ciągła | Wg pktu 5.6 |

7. Obmiar robót

Jednostką obmiarową dla materiału potrzebnego do zasypania wyrobisk jest m^3 (metr sześcienny). Obliczona ilość materiału potrzebnego do zasypania wyrobisk uwzględnia ilość materiału potrzebnego do wibroflotacji.
Jednostką obmiarową dla potrzeb ułożenia geotkaniny jest m^2 (metr kwadratowy).

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

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

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonanie zagęszczenia metodą wibroflotacji na każdym punkcie wytyczonej siatki zagęszczającej,

9. Podstawa płatności

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

Cena jednostkowa wykonywania robót obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- ułożenie geotkaniny,
- zaypanie wyrobisk,
- wykonanie zagęszczenia gruntu wibroflotami (wibratorami wgłębnymi),
- ew. profilowanie, zagęszczenie powierzchni terenu,
- roboty wykończeniowe,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.

10. Przepisy związane

Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym,
GDDP -IBDiM, Warszawa, 2002

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych,
GDDP - IBDiM, Warszawa 1998