

D.02.03.07 WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO KOLUMNAMI ŻWIROWYMI**1. WSTĘP****1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót dotyczących wzmocnienia organicznego podłoża kolumnami żwirowymi dla posadowienia nasypu drogowego oraz wykonania przesłony przeciwfiltracyjnej.

1.2 Zakres stosowania ST

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

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót wzmacniających za pomocą kolumn żwirowych.

1.4. Określenia podstawowe**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inżyniera Kontraktu.

1.5.1. Kierownictwo i nadzór robót

W czasie robót należy zapewnić dozór techniczny ze strony wykonawcy i nadzór ze strony zamawiającego. Niezbędna jest obecność odpowiedzialnego kierownika robót lub jego kompetentnego zastępcy. Przebieg robót powinien być bieżąco dokumentowany w dzienniku budowy oraz w metrykach kolumn.

1.5.2. Zgodność z Dokumentacją Projektową

Pale 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 ST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

2.2. Kruszywo do kolumn żwirowych

Kruszywo piaszczysto żwirowe.

Skład mieszanki	Wymagania
Uziarnienie: <ul style="list-style-type: none">- frakcja 16 ÷ 32 mm, [%]- frakcja 2 ÷ 16 mm, [%]- frakcja 0,0 ÷ 2 mm, [%]	min 40 % min 30 % max 30%
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ nie mniejszy od (dopuszcza się sprawdzenie na podstawie pomiaru kąta stoku naturalnego)	35°

2.3. Włóknina separacyjna - Geotkanina polipropylenowa

Do wykonania należy użyć materiału geotekstylnego tkanego barwy czarnej, wykonanego z tasiemek polipropylenowych, w którym można wyodrębnić wątek oraz osnowę. Osnowy i wątki zawierają dodatek stabilizatora zwiększającego odporność na działanie promieniowania ultrafioletowego.

Geotkanina stosowana zgodnie z przeznaczeniem i zaleceniami projektowymi powinna być odporna na czynniki środowiskowe spowodowane zastosowaniem materiałów, technologii i warunków eksploatacyjnych.

Masa powierzchniowa 110 (± 11)g/m².

Parametry mechaniczne i hydrauliczne podano w tablicy 1.

Tablica 1. Parametry mechaniczne i hydrauliczne geotkaniny

Parametr	Wartość	Tolerancja	Metoda badania
Wytrzymałość na rozciąganie [kN/m] <ul style="list-style-type: none">wszerz pasmawzdłuż pasma	17 20	-2 -2	EN ISO 10319
Odkształcenie przy zerwaniu [%] <ul style="list-style-type: none">wszerzwzdłuż	18 28	± 4 ± 8	EN ISO 10319
Statyczny opór na przebicie CBR [N]	2500	-200	EN ISO 12236
Dynamiczny opór na przebicie CBR [mm]	12	+3	EN 918
Umowny wymiar porów O_{90} [μ m]	200	± 35	EN ISO 12956
Wskaźnik prędkości przepływu wody prostopadłego do płaszczyzny wyrobu [m/s]	22×10^{-3}	-4×10^{-3}	EN ISO 11058

Geotkanina użyta jako wzmocnienie/warstwa separacyjna powinna być produkowana zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO9001.

Geotkanina powinna posiadać znak CE instytucji certyfikującej.

Klamry mocujące geotkaninę

W celu przytwierdzenia geotkaniny należy stosować klamry w kształcie litery U z prętów stalowych o średnicy min. 10 mm, z zastrzonymi końcami o długość min. 30 cm.

Piasek

W przypadku konieczności wyrównania podłoża podstawy nasypu należy stosować piasek nie zawierający kamieni lub zanieczyszczeń obcych.

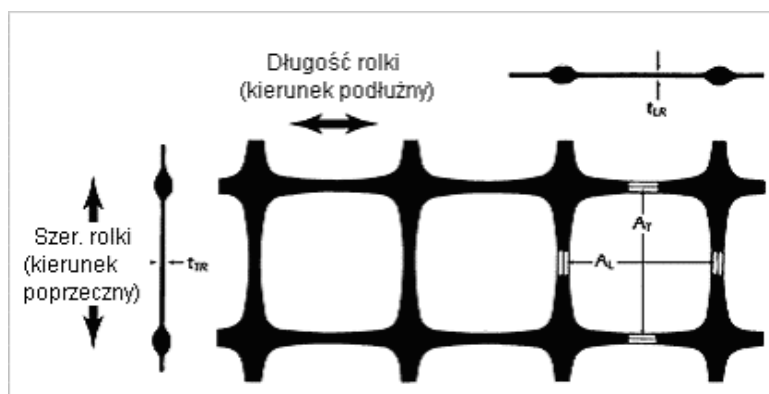
2.4. Geosiatka

Należy zastosować georuszty dwukierunkowe o sztywnych węzłach

Georuszty o sztywnych węzłach powinny być wyprodukowane z pasma polipropylenu, w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w dwóch kierunkach. Węzły georusztów powinny być sztywne i stanowić integralny element struktury georusztów. Przekrój poprzeczny zeber georusztów powinien być prostokątny. Oczka georusztów powinny być sztywne, tj. zachowywać kształt po przyłożeniu siły ukośnej w stosunku do kierunku produkcji georusztów.

Georuszty 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 nie podlegać biodegradacji. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.

Przykładowa struktura georusztu została przedstawiona na rysunku 1. (typ SS30)



Rys.1. Struktura georusztu

Tablica 1. Właściwości georusztów typu SS30.

Parametr	Wartość/Rodzaj	Metoda badania
Polimer	Polipropylen	—
Wytrzymałość na rozciąganie, nie mniej niż [kN/m] - wzdłuż pasma - w poprzek pasma	>30 >30	EN ISO 10319
Wytrzymałość węzła na rozciąganie, nie mniej niż [% wytrzymałości Georuszty] - wzdłuż pasma - w poprzek pasma	95 95	GRI Test method Drexel University GG2-87
- Nominalne wymiary oczek $A_T = A_L$ [mm]	39x39	Pomiar bezpośredni
- Minimalna grubość żebra t_R [mm]	1,3	Pomiar bezpośredni

Georuszty powinny posiadać oznakowanie CE.

Klamry mocujące geosiatkę

W celu przytwierdzenia geosiatki należy stosować klamry w kształcie litery U z prętów stalowych o średnicy min. 10 mm, z zaostrozonymi końcami o długość min. 30 cm

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 wibrowymiany.

Użyty sprzęt powinien zapewnić wykonanie kolumn żwirowych o następujących parametrach:

- średnica kolumn od 0,6 m
- długości kolumn przewidzianych w D.T.
- zagęszczenie kruszywa w trzonie kolumny wg. D. T.

Do wykonania kolumn musi być użyty wibrator słuzowy zapewniający ciągłość wykonania kolumn.

Kolumny KSS wykonuje się za pomocą typowej palownicy, która podtrzymuje wibrator wgłębny ze śluzą. Maksymalny docisk pionowy przekazywany na wibrator wynosi około 150 kN. Przy zastosowaniu wibratora typu Beta siła odśrodkowa powodująca rozpychanie gruntu w czasie wibrowania, wywołana obrotem masy zamocowanej ekscentrycznie w pobliżu końca wibratora, wynosi około 165 kN. Prędkość obrotu 2940 obr./min. Amplituda poziomych drgań wibratora osiąga około 7 mm. W specjalnych zastosowaniach istnieje możliwość użycia wibratorów o innej charakterystyce, dostosowanej do budowy podłoża gruntowego.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

Operacje związane z czynnościami wyładunkowymi organizuje Wykonawca robót z zachowaniem obowiązujących przepisów BHP.

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

4.2. Transport maszyny podstawowej

Maszyna do wykonywania kolumn żwirowych będzie transportowana na plac budowy na naczepie przystosowanej do transportu sprzętu budowlanego.

4.3. Transport kruszywa

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

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

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

5.2. Zakres i kolejność wykonania robót wzmacniających

Kolumny żwirowe KSS wykonywane są w technologii wibrowymiany za pomocą wibratora wgłębego 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 podłoże rodzime doznaje dodatkowo wzmocnienia na skutek zagęszczenia (grunty sypkie) lub przyspieszonej konsolidacji (nawodnione grunty spoiste).

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 KSS. Dodatkowym efektem, jaki towarzyszy formowaniu trzonu kolumny żwirowej, jest poprawienie parametrów mechanicznych otaczającego gruntu.

5.3. Zmiany w dokumentacji projektowej

Dopuszcza się wprowadzenie zmian w dokumentacji projektowej, w drodze projektowania aktywnego, po ich zatwierdzeniu przez projektanta i przedstawiciela inwestora. Wprowadzone zmiany należy uwzględnić w dokumentacji powykonawczej.

5.4. Postępowanie w okolicznościach nieprzewidzianych

Jeżeli na terenie robót napotka się na nieprzewidziane w dokumentacji obiekty podziemne lub materiały, takie jak:

- urządzenia i przewody instalacyjne (wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłne, gazowe, elektryczne, telekomunikacyjne, itp.),
- kanały, dreny,
- materiały archeologiczne, wówczas roboty należy przerwać do czasu uzgodnienia sposobu dalszego postępowania.

W przypadku odkrycia wykopalisk archeologicznych lub niewypałów i innych pozostałości wojennych, należy przerwać roboty, zawiadomić odpowiednie władze administracyjne, a miejsca odkryć zabezpieczyć przed dostępem ludzi i zwierząt.

5.4. Ułożenie włókniny separacyjnej i geosiatki

Układanie włókniny separacyjnej

Podłoże powinno być zagęszczone, równe i czyste. Wszelkie wady podłoża należy usunąć w sposób uzgodniony z Inżynierem.

W przypadku konieczności wyrównania podłoża podstawy nasypu należy stosować piasek.

Przy wbudowywaniu geotkaniny należy przestrzegać zaleceń producenta oraz warunków określonych w aprobacie technicznej.

Geotkaninę należy układać w poprzek osi drogi (kierunek rozwijania rolki geotkaniny).

Najniżej leżącą warstwę geotkaniny układa się na podłożu podstawy nasypu, na całej szerokości tej podstawy.

Pozostałe warstwy geotkaniny układa się na szerokościach (licząc od skarpy nasypu) i wysokościach (licząc od podstawy nasypu) określonych w dokumentacji projektowej.

Spadek podłużny i poprzeczny warstwy geotkaniny wynika ze spadków wbudowanego gruntu.

Geotkaniny nie wywija się na licu skarpy.

Początek pasma od strony skarpy należy zamocować przy pomocy klamer.

Sąsiednie pasma geotkaniny należy łączyć na zakład o szerokości co najmniej 0,4 m.

Należy unikać połączeń podłużnych (przedłużenia pasma). W razie konieczności wykonania takiego połączenia należy wykonać zakład na długości co najmniej 1,5 m.

Zakłady powinny być bezwzględnie zachowane w czasie układania warstwy gruntu na geotkaninie, co zwykle wymaga lokalnego usypania wzdłuż zakładów niewielkich stożków z wbudowywanego gruntu.

Kierunek układania kolejnych pasów geotkaniny powinien być odwrotny do planowanego kierunku rozkładania gruntu, co zapobiegnie zadzieraniu się geotkaniny na zakładkach.

Ruchu pojazdów jest możliwy po ułożeniu na geotkaninie gruntu nasypowego o grubości co najmniej 15 cm.

Układanie geosiatki

Przy wbudowywaniu geosiatki należy przestrzegać zaleceń producenta oraz warunków określonych w aprobacie technicznej.

Geosiatkę należy układać w poprzek osi drogi (kierunek rozwijania rolki geosiatki).

W przekroju poprzecznym korpusu drogowego warstwy geosiatki układa się na szerokościach (licząc od skarpy nasypu) i wysokościach (licząc od podstawy nasypu) określonych w dokumentacji projektowej.

Spadek podłużny i poprzeczny warstwy geosiatki wynika ze spadków wbudowanego gruntu.

Geosiatki nie wywija się na licu skarpy.

Początek pasma od strony skarpy należy zamocować przy pomocy klamer.

Sąsiednie pasma geosiatki układa się bez zakładu (na styk).

Ruchu pojazdów jest możliwy po ułożeniu na geosiatce gruntu nasypowego o grubości co najmniej 15 cm.

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".

W trakcie formowania kolumny rejestruje się automatycznie, w funkcji głębokości penetracji, podstawowe parametry produkcyjne. Kontrola wykonania obejmuje ciągły zapis na rejestratorze następujących parametrów: numer kolumny, data i godzina rozpoczęcia penetracji, głębokość i prędkość penetracji wibratora, natężenie prądu pobieranego przez wibrator, czas wykonania.

Parametry te pozwalają na bieżące śledzenie dokładności wykonywanych robót i osiąganego zagęszczenia trzonu kolumny.

6.2. Program badań

Do kontroli Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- Dokumentację Techniczną z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- metryki kolumn żwirowych (metryki powinny zawierać numer kolumny, długość kolumny, czas wykonania, ilość zużytego materiału), co najmniej 75% wykonanych kolumn powinno mieć metryki z automatycznej rejestracji wykonania kolumn,
- atesty kruszywa,
- wyniki sondowań dynamicznych potwierdzające wymagane zagęszczenie kruszywa w trzonie kolumn.

6.2.1. Sprawdzenie przygotowania terenu

Sprawdzenie przygotowania terenu należy przeprowadzać na zgodność z odpowiednim punktem niniejszych wytycznych. W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji należy przeprowadzić badania geofizyczne podłoża.

6.2.2. Sprawdzenie jakości materiałów

Należy prowadzić na bieżąco na zgodność z wymaganiami.

6.3.3. Sprawdzenie formowania kolumny żwirowej

- Obserwacja oporu pogrążania wibratora w podłoże gruntowe w celu określenia długości kolumn żwirowych.
- Obserwacja mocy pobieranej przez wibrator, w celu uzyskania odpowiedniego zagęszczenia kruszywa.

6.3.4. Sprawdzenie zgodności z dokumentacją

Należy sprawdzić lokalizację wybranych kolumn i porównać z planem ich rozmieszczenia.

6.3.5. Sprawdzenie zagęszczenia kruszywa w kolumnach

W celu sprawdzenia zagęszczenia kruszywa w kolumnach należy wykonać sondowania dynamiczne (np. sondą SD30, SC, ITB-ZW) trzonów kolumn wytypowanych przez Inspektora Nadzoru. Należy wykonać następującą liczbę sondowań:

- 1 sondowanie na 50 kolumn dla pierwszych 200 wykonanych kolumn,
- 1 sondowanie na 100 kolumn dla wykonanych 200 do 1000 kolumn,
- 1 sondowanie na 200 kolumn dla kolejnych kolumn powyżej 1000 sztuk.

Stopień zagęszczenia kruszywa w trzonach kolumn powinien wynosić co najmniej $I_D \geq 0,4$ dla penetracji sondy powyżej 1 m p.p.t..

W przypadku wątpliwości odnośnie zagęszczenia lub nośności kolumn zaleca się wykonanie statycznego próbnego obciążenia pojedynczej kolumny lub grupy kolumn.

6.4. Tolerancje wymiarów kolumny żwirowej.

Dopuszczalne odchylenia położenia kolumny żwirowej są następujące:

- usytuowanie w planie ± 25 cm.

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 1 m wykonanej kolumny żwirowej określonej średnicy i długości oraz 1 m² ułożenia włókniny separacyjnej, 1 m² ułożenia geosiatki i 1 m² przesłony przeciwnieprzepuszczalnej.

Ilość wykonanych robót określa się na podstawie Dokumentacji Projektowej z uwzględnieniem zmian i uzupełnień dokonanych w trakcie robót.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

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

8.2. Dokumenty

Do odbioru Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- 1) Dokumentację Projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami, wykonanymi w trakcie wykonywania robót,
- 2) Dokumentację powykonawczą zawierającą:
 - schemat rozmieszczenia wykonanych kolumn, z zaznaczeniem kolumn testowych,
 - metryki kolumn,
 - wyniki wykonanych badań kontrolnych,
 - atesty materiałów.

- 3) Dokumentację wykonanych próbnych obciążeń kolumn, zawierającą wyniki przeprowadzonych badań oraz ich analizę i ocenę.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Płatność za 1 m uformowanej kolumny żwirowej należy przyjmować zgodnie z obmiarem i uzgodnioną ceną jednostkową oraz na podstawie protokołu odbioru robót.

Cena wykonania robót obejmuje:

- prace przygotowawcze,
- wykonanie niezbędnych badań podłoża,
- nabycie i dostarczenie kruszywa
- transport materiałów przewidzianych do wykonania robót,
- geodezyjne wyznaczenie osi kolumn,
- sprowadzenie, przygotowanie, montaż i demontaż maszyny przedstawionej do wykonania kolumn wraz z przemieszczeniem na placu budowy,
- wykonanie kolumny żwirowej,
- wykonanie niezbędnych badań kruszywa i kolumn żwirowych.
- wykonanie i rozebranie nasypu przeciążającego,
- oczyszczenie i uporządkowanie terenu budowy,
- przeprowadzenie niezbędnych badań i pomiarów kontrolnych wymaganych w specyfikacji.
- koszt organizacji placu budowy (transport sprzętu, wykonanie niezbędnych dróg dojazdowych, przygotowanie platformy roboczej).

Płatność za 1 m² ułożenia włókniny separacyjnej:

- prace przygotowawcze,
- transport materiałów przewidzianych do wykonania robót,
- ułożenie włókniny separacyjnej
- oczyszczenie i uporządkowanie terenu budowy,
- przeprowadzenie niezbędnych badań i pomiarów kontrolnych wymaganych w specyfikacji.

Płatność za 1 m² ułożenia geosiatki:

- prace przygotowawcze,
- transport materiałów przewidzianych do wykonania robót,
- ułożenie geosiatki
- oczyszczenie i uporządkowanie terenu budowy,
- przeprowadzenie niezbędnych badań i pomiarów kontrolnych wymaganych w specyfikacji.

-

Płatność za 1 m² przesłony przeciwfiltracyjnej obejmuje:

- prace przygotowawcze,
- transport materiałów przewidzianych do wykonania robót,
- geodezyjne wyznaczenie osi przesłony,
- wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej
- oczyszczenie i uporządkowanie terenu budowy,
- przeprowadzenie niezbędnych badań i pomiarów kontrolnych wymaganych w specyfikacji.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-86/B-02480	Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
PN-B-02481:1998	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
PN-B-04452:2002	Geotechnika. Badania polowe.
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-81/B-03020	Posadowienie bezpośrednie budowli.
PN-68/B-06050	Roboty ziemne, budowlane wymagania w zakresie wykonania i badania przy odbiorze.
PN-81/B-04452	Grunty budowlane. Badania polowe.
PN-S-02205/98	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
PN-S-06102/97	Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.

10.2. Inne dokumenty

Nie występują.