

D-02.03.01b PODŁOŻE WZMOCNIONE GEOSYNTETYKIEM

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża geosyntetykiem w formie georusztu trójosiowego (heksagonalnym) o sztywnych węzłach oraz geowłókniny filtracyjnej w ramach inwestycji pt: „Rozbudowa drogi krajowej nr 43 na odcinku Jaworzno-Julianpol”.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana jako dokument przetargowy przy zlecaniu i realizacji robót, które zostaną wykonane w ramach Zamówienia publicznego wymienionego w STWiORB DM-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 1.1.

1.3. Zakres Robót objętych STWiORB

Roboty zawarte w STWiORB, dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem robót w ramach wzmocnienia podłoża geosyntetykiem w formie georusztu trójosiowego (heksagonalnym) o sztywnych węzłach oraz geowłókniny. Roboty należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w STWiORB DM00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 1.4.

- 1.4.1. **Stabilizacja kruszywa georusztem** – poprawa parametrów (nośności i zagęszczenia) warstwy mieszanki niezwiązanej dzięki ograniczeniu możliwości przemieszczeń ziaren kruszywa pod działaniem obciążenia, wynikającemu z mechanizmu zazębienia tych ziaren w sztywnym georuszcie.
- 1.4.2. **Zazębienie** – mechanizm współpracy kruszywa i georusztu pod wpływem obciążenia, opierający się na unieruchomieniu ziaren kruszywa w sztywnych oczkach georusztu.
- 1.4.3. **Geosyntetyk** – płaski materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z tworzyw sztucznych stosowany w kontakcie z gruntem lub kruszywem.
- 1.4.4. **Geosiatka ekstrudowana** – dwuosiowa płaska struktura w postaci siatki, z otworami o kształcie kwadratu lub prostokąta znacznie większymi niż elementy składowe, i żebrami połączonymi w węzłach w procesie ekstruzji. Wiodące parametry opisujące geosiatkę to wytrzymałość na rozciąganie i odkształcenie przy zerwaniu.
- 1.4.5. **Georuszt trójosiowy(heksagonalny)**– płaska struktura w postaci rusztu, z otworami o kształcie trójkąta równobocznego, tworzącymi układ sześciokątów foremnych, o strukturze powstałej w wyniku rozciągania w trzech kierunkach w podwyższonej temperaturze perforowanej taśmy polimeru, bez połączeń w węzłach w formie plecionej, zgrzewanej czy ekstrudowanej. Wiodące parametry opisujące georuszt to sztywność radialna i współczynnik izotropii sztywności.
- 1.4.6. **Geowłóknina separacyjna (rozdzielająca)**–materiał geotekstylny, wykonany z włókien polimerowych połączonych mechanicznie - w wyniku igłowania (lub przeszywania) lub termicznie w wyniku zgrzewania.
- 1.4.7. **Funkcja stabilizacyjna** – wykorzystanie georusztu trójosiowego (heksagonalnego) do ograniczenia możliwości przemieszczania się ziaren zaklinowanych w jego oczkach. Skuteczność stabilizacji związana jest ze sztywnością georusztu w płaszczyźnie kontaktu z ziarnami kruszywa. Istotne parametry georusztu trójosiowego pełniącego funkcję stabilizacyjną to sztywność radialna i współczynnik izotropii sztywności.
- 1.4.8. **Funkcja separacyjna (rozdzielająca)** – wykorzystanie geowłókniny do odseparowania od siebie dwóch warstw różniących się od siebie uziarnieniem. Funkcja separacyjna obejmuje zarówno zapobieganie migracji drobnych cząstek przenoszonych w wyniku przepływu wody (np. zmiana poziomu wód gruntowych) jak i w wyniku oddziaływań dynamicznych (np. pompowanie drobnych frakcji w wyniku cyklicznych oddziaływań dynamicznych od ruchu).
- 1.4.9. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz 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 D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Materiały – wymagania ogólne

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

2.2. Georuszt trójosiowy (heksagonalny)

Do wykonania robót należy zastosować georuszt trójosiowy (heksagonalny), z otworami o kształcie trójkąta równobocznego, tworzącymi układ sześciokątów foremnych, wykonany z polipropylenu (PP). Georuszt powinien być wyprodukowany w procesie perforacji i rozciągania w trzech kierunkach podgrzanej do odpowiedniej temperatury taśmy polipropylenowej. Węzły i żebra georusztu powinny stanowić integralną całość – nie dopuszcza się stosowania materiałów przeplatanych, zgrzewanych, spawanych, ekstrudowanych itp. w węzłach zgodnie z określeniami zawartymi w p. 1.4.

Georuszt trójosiowy powinien spełniać istotne dla funkcji stabilizacyjnej parametry podane w Tablicy 1. Sztywność radialna i podobne właściwości fizyczne powinny być deklarowane w taki sposób, że wartość nominalna +/- tolerancja reprezentuje 99,7% populacji, tj. 99,7% „przedziału tolerancji”.

Tabela 1. Wymagania wobec georusztu rodzaju 3 do warstwy ulepszanego podłoża

L.P.	Parametr	Metoda badania	Jednostka	Wymagana wartość	Tolerancja
1	Sztywność radialna przy odkształceniu 0,5%	TR 041 B.1	kN/m	390	-75
2	Współczynnik izotropii sztywności	TR 041 B.1	-	0,80	-0,15
3	Efektywność węzła	TR 041 B.2	%	100	-10
4	Rozmiar axb		mm	686x300	+/-4

Wyrób dostarczony na budowę powinien być zgodny z Aprobata Techniczną lub Normą oraz posiadać oznakowanie B lub CE.

2.3. Geowłóknina separacyjna(rozdzielająca)

- Geowłóknina stosowana zgodnie z przeznaczeniem i zaleceniami projektowymi powinna być odporna na czynniki środowiskowe spowodowane zastosowaniem materiałów, technologii i warunków eksploatacyjnych.
- Parametry mechaniczne i hydrauliczne podano w Tablicy 2.

Tabela 2. Parametry mechaniczne i hydrauliczne geowłókniny

Parametr	Wartość	Tolerancja	Metoda badania
Wytrzymałość na rozciąganie, co najmniej [kN/m] <ul style="list-style-type: none">– wzdłuż– wszerz	20 20	- 2,6 - 2,6	EN ISO 10319
Wydłużenie przy zerwaniu [%] <ul style="list-style-type: none">– wszerz– wzdłuż	50 50	± 10,00 ± 10,00	EN ISO 10319
Statyczny opór na przebicie CBR, co najmniej [N]	3500	-450	EN ISO 12236
Umowny wymiar porów O_{90} [μm]	80	±24	EN ISO 12956
Wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do płaszczyzny geowłókniny [m/s]	0,06	- 0,018	EN ISO 11085

Geowłóknina użyta jako warstwa separacyjna powinna posiadać Aprobata Techniczną lub być zgodna z Normą oraz posiadać oznakowanie B lub CE.

Użyta geowłóknina powinna być odporna na działanie wilgoci, środowiska agresywnego chemicznie i biologicznie oraz temperatury. Powinien być to materiał bez rozdarć, dziur i przerw ciągłości z dobrą przyczepnością do gruntu. Właściwości stosowanych geowłóknin powinny być zgodne z PN-EN-963:1999. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji wybrany rodzaj geowłókniny i jej producenta. Geosyntetyk powinien być wykonany z polipropylenu, jako igłowany, nietkany (non wovens), aby materiał posiadał właściwości dyfuzyjne, pozwalające na swobodny przepływ wody. Właściwości materiału powinny pozostawać niezmiennymi w stanie suchym jak i wilgotnym oraz zapewniać wieloletnią (do 80 lat) żywotność, w tym odporność na agresywne środowiska chemiczne, gnicie i grzyby.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Do zagęszczania kruszywa na geosyntetyku należy używać walcy gładkich, walcy wibracyjnych lub ubijaków mechanicznych. Dobór sprzętu zagęszczającego zależy od rodzaju gruntu i grubości zagęszczanej warstwy. Używany sprzęt powinien uzyskać akceptację Inżyniera. Do układania geosyntetyków należy stosować układarki o prostej konstrukcji, umożliwiające rozwijanie geosyntetyku ze szpuli, np. przez podwieszenie rolki do wysięgnika koparki, ciągnika, ładowarki itp. Ruch pojazdów jest możliwy pod warunkiem, że na geosiatce spoczywa warstwa gruntu o grubości przynajmniej 200 mm. Grunt nasypowy powinien być układany z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak, aby opadał z niewielkiej wysokości na geosiatkę.

Z uwagi na prowadzenie robót w terenie zabudowy w pobliżu budynków należy roboty prowadzić dążąc do ograniczenia wpływu wibracji na konstrukcje budynków i ograniczając zakłócenie spokoju mieszkańców.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4. Transport geosyntetyków prowadzić zgodnie z zaleceniami producenta.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Przygotowanie podłoża

Przed zabudową geosyntetyków podłoże należy doprowadzić do zgodności z wymaganiami dokumentacji projektowej a następnie wyprofilować do wymaganych rzędnych, spadków i pochyleń, np. z zastosowaniem równiarki lub spycharki, wg odrębnych wymagań. Z podłoża należy usunąć wszelkie elementy mogące uszkodzić geosyntetyki podczas układania: korzenie, wystające kamienie itp.

Na wyprofilowanym podłożu należy sprawdzić czy spełnia ono parametry w zakresie nośności założone przez projektanta. Kontrolę taką należy przeprowadzić w taki sposób, aby nie doprowadzić do uszkodzenia czy skoleinowania niewzmocnionego podłoża. Zalecane jest wykorzystanie lekkiej płyty dynamicznej, należy unikać wprowadzania ciężkich pojazdów dla wykonania badania płytą statyczną.

Paliki lub szpilki do kontroli ukształtowania warstwy kruszywa stabilizowanego georusztem muszą być wcześniej przygotowane, odpowiednio zamocowane i utrzymywane w czasie robót przez Wykonawcę. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

5.3. Separacja podłoża pod konstrukcją za pomocą geowłókniny

Geowłókninę należy ułożyć bezpośrednio po zdjęciu humusu na wyrównanym podłożu rodzimym w celu uniknięcia mieszania się gruntu nasypowego z gruntem rodzimym zalegającym w podłożu pod konstrukcją.

Aby zapobiec przemieszczaniu np. przez wiatr, pasma należy przymocować (np. wbitymi w grunt prętami w kształcie U) lub chwilowo obciążyć (np. pryzmami gruntu, workami z gruntem itp.). Niedopuszczalny jest ruch pojazdów gąsienicowych, walców okołkowanych i innych ciężkich maszyn bezpośrednio po ułożonym materiale geotekstylnym. Wymagana jest warstwa zasypki co najmniej 20cm. Pomiędzy sąsiednimi pasmami geowłókniny należy stosować zakłady o szerokości 0,5m. Geowłókninę separacyjną można układać zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym do osi drogi, pod warunkiem zachowania wymaganych zakładów.

5.4. Zabudowa georusztu trójosiowego

Pierwszą Warstwę georusztu trójosiowego należy ułożyć bezpośrednio na geowłókninie. Pomiędzy sąsiednimi i kolejnymi pasmami georusztu należy zachować zakład o szerokości min. 0,4 m. Georuszt trójosiowy można układać zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym do osi drogi, pod warunkiem zachowania wymaganych zakładów oraz zgodnie z instrukcją Producenta materiału.

Należy zwrócić uwagę aby zakłady geosyntetyków były zachowane podczas układania kruszywa. Można to zapewnić stosując odpowiednie sposoby na utrzymanie geosyntetyków w niezmienionej pozycji, takie jak tymczasowe szpilki stalowe lub ułożenie niewielkich pryzm kruszywa.

Drugą warstwę georusztu trójosiowego należy ułożyć bezpośrednio na warstwie kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie zgodnie z założeniami Dokumentacji Projektowej.

5.5. Odcinek próbny

O ile dokumentacja wymaga wykonania odcinka próbnego, Wykonawca wykona go co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania mieszanki kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy mieszanki kruszywa w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia liczby przejeżdż sprężu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich wyrobów oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m². Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu zaakceptowanym przez Inżyniera.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania mieszanek przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji materiałów (STWiORB D.04.04.02)

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.) wraz z próbkami materiałów. Ponadto należy sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów z tworzyw. Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

Częstotliwość i zakres badań i pomiarów w czasie robót podano w tablicy 3.

Tablica 3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania robót

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Oczyszczenie i wyrównanie terenu	Całe podłoże	Zgodnie z Dokumentacją Projektową
2	Zgodność z dokumentacją projektową	Kontrola bieżąca	wg Dokumentacji Projektowej
3	Prawidłowość ułożenia Geosyntetyk, przyleganie do gruntu, wymiary, wielkość zakładu itp.	Kontrola bieżąca	wg dokumentacji projektowej, aprobaty technicznej i instrukcji producenta
4	Zabezpieczenie Geosyntetyk przed przemieszczeniem, prawidłowość połączeń, zakotwień, balastu	Kontrola bieżąca	wg dokumentacji projektowej, aprobaty technicznej i instrukcji producenta
5	Przestrzeganie ograniczeń ruchu roboczego pojazdów	Kontrola bieżąca	wg dokumentacji projektowej, aprobaty technicznej i instrukcji producenta

7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej zabudowy geosyntetyków grubości zgodnej z Dokumentacją Projektową

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i STWiORB, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Cena jednostki obmiarowej wykonania geosyntetyków obejmuje :

- a. w przypadku zabudowy georusztu trójosiowego
 - prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
 - opracowanie planu układania geosyntetyków,
 - zakup, dostarczenie i składowanie wszystkich potrzebnych materiałów,
 - koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
 - odwodnienie terenu robót,
 - ułożenie georusztu na podłożu zabezpieczonym geowłókniną separującą zgodnie ze schematem pokazanym w Dokumentacji Projektowej wraz z jej przymocowaniem i stosowanym naciągnięciem,
 - ułożenie georusztu bezpośrednio na warstwie kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie
 - zakup bądź wykonanie deskowania umożliwiającego nadaniu wywinięciom założonego w projekcie kształtu,
 - wykonanie wymaganych Dokumentacją Projektową wywinięć, zakładów i zakotwień,
 - koszty związane z utrzymaniem czystości na przyległych drogach,
 - wykonanie stosownych pomiarów i badań.
- b. w przypadku zabudowy geowłókniny separacyjno - filtracyjnej
 - prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
 - opracowanie planu układania geosyntetyków,
 - zakup, dostarczenie i składowanie wszystkich potrzebnych materiałów,
 - koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
 - odwodnienie terenu robót,
 - oczyszczenie i wyrównanie podłoża,
 - ułożenie geowłókniny separacyjno-filtracyjnej na podłożu przed ułożeniem georusztu zgodnie ze schematem pokazanym w Dokumentacji Projektowej wraz z jej przymocowaniem i stosowanym naciągnięciem,
 - zakup bądź wykonanie ewentualnego deskowania umożliwiającego nadaniu wywinięciom założonego w projekcie kształtu,
 - wykonanie wymaganych Dokumentacją Projektową wywinięć, zakładów i zakotwień
 - koszty związane z utrzymaniem czystości na przyległych drogach,
 - wykonanie stosownych pomiarów i badań.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-EN ISO 14688-1	Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis
PN-EN ISO 14688-2	Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów Część 2: zasady klasyfikowania
PN-EN 13249	Geotekstylia 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 933-1	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego
PN-EN 933-3	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości

PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziaren
PN-EN 933-5	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
PN-EN 933-9	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości drobnych cząstek. Badania błękitem metylenowym
PN-EN 1097-5	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności
PN-EN 1097-6	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości
PN-EN 1367-1	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią
PN-EN 1744-1	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych
PN-EN 1744-1	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
PN-EN 1097-2	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles
PN-EN 13242	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 13285	Mieszanki niezwiązane. Wymagania
PN-EN 13286-2	Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.
PN-EN 1008-1	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką

10.2. Inne dokumenty

Zalecenia producenta georusztu i geowłókniny dotyczące technologii wbudowania.

Raport techniczny Europejskiej Organizacji Aprobatach Technicznych (EOTA): „Non-reinforcing hexagonal geogrid for the stabilization of unbound granular layers by way of interlock with the aggregate”, TR 041, październik 2012.