

## D.02.03.01.e ULEPSZONE PODŁOŻE Z MIESZANKI NIEZWIĄZANEJ STABILIZOWANEJ GEORUSZTEM

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża w ramach zadania: „Przebudowa drogi wojewódzkiej nr 925 na odcinku pomiędzy granicami miast na prawach powiatu: Ruda Śląska (A-1) – Rybnik”

W niniejszej STWiORB przedstawiono wymagania dla różnych odmian konstrukcji warstwy ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej (MN) stabilizowanej georusztem.

#### 1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt 1.1.

#### 1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą wykonania i odbioru robót budowlanych wymienionych w pkt. 1.1. ujętych w zakresie Dokumentacji Projektowej.

##### **Wzmocnienie podłoża P1 (podłoże G1)**

konstrukcja nawierzchni

- 15 cm ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C5/6 z dodatkiem środków jonowymiennych ( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ ,  $I_0 = \max(2,2)$ )  
 podłoże gruntowe  $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$   
*w przypadku lokalnie występujących gruntów G2-G4 dodatkowo należy zastosować stabilizację spoiwem o grubości 25cm*

##### **Wzmocnienie podłoża P2 (podłoże G4\*)**

konstrukcja nawierzchni

- 20 cm ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C5/6, wykonywanych w mieszarkach ( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ ,  $I_0 = \max(2,2)$ )  
 30 cm warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5 georuszt typ 1 geowłóknina  
 50 cm razem  
 podłoże gruntowe  $E_2 \geq 15 \text{ MPa}$ .  
*wymiana gruntów nienośnych*  
 \* - grunty spoiste w stanie plastycznym i gorszym, nie kwalifikujące się do grupy nośności G4

##### **Wzmocnienie podłoża P3 – kategoria 1 szkód górniczych, tereny zagrożenia ruchami masowymi:**

konstrukcja nawierzchni

- 20 cm podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5 ( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ )  
 georuszt typ 1  
 30 cm warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5 georuszt typ 2 geowłóknina  
 50 cm razem  
 podłoże gruntowe  $E_2 \geq 15 \text{ MPa}$ .

*wymiana gruntów nienośnych*

**Wzmocnienie podłoża P4 – kategoria 2 szkód górniczych:**

konstrukcja nawierzchni

- 20 cm podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5 (E2=min.120 MPa)  
georuszt typ 2
- 30 cm warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
georuszt typ 2  
geowłóknina
- 50 cm razem  
podłoże gruntowe E2 ≥ 15 MPa.  
*wymiana gruntów nienośnych*

Konstrukcje wzmocnień podłoża zaprojektowano indywidualnie, z dopuszczeniem zastosowania równoważnych mieszanek, które spełniają założone w specyfikacji i dokumentacji projektowej wymagania.

**1.4. Określenia podstawowe**

1.4.1. Stabilizacja mechaniczna - proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu przy wilgotności optymalnej kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu.

1.4.2. Warstwa ulepszanego podłoża - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki niezwiązanej, która zapewnia uzyskanie wymaganych parametrów nośności i zagęszczenia pod podbudową nawierzchni drogowej oraz pozwala na uzyskanie wymaganej trwałości konstrukcji.

1.4.3. Mieszanka niezwiązana – ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), który jest stosowany do wykonania ulepszanego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg.

1.4.4. 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.

1.4.5. Zazębienie – mechanizm współpracy kruszywa i georusztu pod wpływem obciążenia, opierający się na unieruchomieniu ziaren kruszywa w sztywnych oczkach georusztu.

1.4.6. Geosyntetyk – płaski materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z tworzyw sztucznych stosowany w kontakcie z gruntem lub kruszywem.

1.4.7. Georuszt - geosiatka płaska w postaci rusztu, z otworami znacznie większymi niż elementy składowe, o strukturze powstałej w wyniku rozciągania w podwyższonej temperaturze perforowanej taśmy polimeru, bez połączeń w węzłach w formie plecionej, zgrzewanej czy ekstrudowanej.

1.4.8. Geotkanina separacyjna (rozdzielająca) – materiał geotekstylny, w którym można wyodrębnić wątek oraz osnowę, powstały z przeplecenia ciągłych tasiemek z polimeru.

1.4.9. Geowłóknina separacyjna (rozdzielająca) – materiał geotekstylny, wykonany z włókien polimerowych połączonych mechanicznie - w wyniku igłowania (lub przesywania) lub termicznie w wyniku zgrzewania.

1.4.12 Funkcja separacyjna (rozdzielająca) – wykorzystanie geotkaniny 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).

1.4.13. 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-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”. Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania 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 D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 2.2 Kruszywo

Materiałem do wykonania warstwy ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej stabilizowanej georusztem powinno być kruszywo łamane, uzyskane w wyniku przekruszenia surowca skalnego litego lub kruszywo naturalne kruszone, uzyskane w wyniku przekruszenia kamieni narzutowych i otoczków (o wielkości powyżej 63mm).

### 2.3 Uziarnienie mieszanki niezwiązanej

Krzywa uziarnienia mieszanki niezwiązanej powinna być ciągła i nie może przebiegać od dolnej krzywej granicznej uziarnienia do górnej krzywej granicznej uziarnienia na sąsiednich sitach. Wymiar największego ziarna mieszanki nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

Krzywa uziarnienia mieszanki niezwiązanej, powinna spełniać wymagania określone w Wytycznych Technicznych ZDW Katowice - WTW Kruszywa - 0,31,5mm stabilizowanego mechanicznie.

### 2.4. Parametry mieszanek niezwiązanych

Mieszanki niezwiązane do wykonania warstwy ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego georusztem powinny spełniać wymagania Wytycznych Technicznych ZDW Katowice - WTW Kruszywa - 0,31,5mm stabilizowanego mechanicznie.

Dodatkowo, jeżeli poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się poniżej 1 m od spodu warstwy ulepszanego podłoża, mieszanka niezwiązana powinna mieć wodoprzepuszczalność  $k > 8$  m/dobę oraz zawartość ziarn przechodzących przez sito 0,063 mm poniżej 7% w celu zapewnienia odprowadzenia wody.

### 2.5. Woda

Należy stosować wodę wg PN-EN 1008-1.

### 2.6. Mieszanka niezwiązana stabilizowana georusztem

Do wykonania robót należy zastosować mieszankę niezwiązaną kruszywa wg. pkt. 2.3. stabilizowaną georusztem, wykonanym z polipropylenu (PP). Georuszt powinien być wyprodukowany w procesie perforacji i rozciągania 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 powinien spełniać istotne dla funkcji stabilizacyjnej parametry podane w Tabelicy 2. Sztywność radialna i podobne właściwości fizyczne powinny być deklarowane w takie sposób, że wartość nominalna +/- tolerancja reprezentuje 99,7% populacji, tj. 99,7% „przedziału tolerancji”.

**Tabelica 2.** Wymagania wobec georusztu do warstwy ulepszonego 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 sześcioboku	TR 041 B.4	mm	80	+/-4

Metody badań podane w Tabelicy 2 opisane są w Raporcie Technicznym Europejskiej Organizacji Aprobatach Technicznych EOTA nr TR41 z października 2012.

W związku z tym, że wymagania dla funkcji stabilizacyjnej geosyntetyku nie są objęte normami zharmonizowanymi, wymagane jest, aby georuszt zastosowany do wykonania warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego georusztem posiadał Europejską Aprobatach Techniczną, potwierdzającą możliwość jego zastosowania w funkcji stabilizacyjnej. Wyrób dostarczony na budowę powinien posiadać oznakowanie CE.

### Rozwiązania równoważne

Zgodnie z art. 29 ust. 2 ustawy „Prawo zamówień publicznych” Zamawiający dopuszcza stosowanie rozwiązań równoważnych opisanych poniżej. Jako rozwiązania równoważne, należy rozumieć rozwiązania charakteryzujące się parametrami nie gorszymi niż w dokumentacji i funkcjonalnie możliwymi do zastosowania w przedmiocie zamówienia. Na potrzeby rozwiązania równoważnego należy opracować projekt konstrukcji nawierzchni i przedstawić go do akceptacji Inżyniera. Rozwiązanie równoważne powinno zapewniać odpowiednią trwałość zmęczeniową konstrukcji, szczególnie w aspekcie występowania szkód górniczych oraz powinno gwarantować uzyskanie odpowiedniej nośności na wyższych warstwach konstrukcji. Rozwiązanie powinno również zostać sprawdzone na poletku próbnym.

Rozwiązaniem równoważnym dla niniejszego zadania jest zastosowanie mieszanki niezwiązanej kruszywa wg. pkt. 2.3 zbrojonej georusztem spełniających wymagania podane w tabelicy nr 3, charakteryzującymi się następującymi cechami:

Georuszty o sztywnych węzłach powinny być wyprodukowane z pasma polipropylenu. Węzły georusztów powinny być sztywne i stanowić integralny element struktury georusztów. Oczka georusztów powinny być sztywne, tj. zachowywać kształt po przyłożeniu siły ukośnej w stosunku do kierunku produkcji georusztów. Nie dopuszcza się stosowania geosiatek/georusztów o węzłach przeplatanych, zgrzewanych, klejonych itp.

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 być odporny na działanie promieniowania ultrafioletowego.

Właściwości georusztów zostały podane w Tablicy 3.

**Tablica 3.** Wymagania wobec georusztu mieszanek równoważnych do warstwy ulepszanego podłoża

L.P.	Parametr	Wartość/Rodzaj	Metoda badania
1	Polimer	Polipropylen	–
2	Wytrzymałość na rozciąganie, nie mniej niż [kN/m]:		EN ISO 10319
	- wzdłuż pasma	40	
	- w poprzek pasma	40	
3	Odkształcenie przy zerwaniu, nie więcej niż [%]:	12	EN ISO 10319
	- w obu kierunkach:		

W przypadku zastosowania georusztów o parametrach wg. tablicy nr 3 należy stosować mieszanekę niezwiązaną C50/30 0/31,5, o grubości nie mniejszej niż w dokumentacji projektowej.

## 2.7. Geotkanina separacyjna(rozdzielająca)

- Do wykonania robót należy użyć materiału geotekstylnego tkanego wykonanego z tasemek polipropylenowych, w którym można wyodrębnić wątek oraz osnowę.
- Geotkanina 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 4.

**Tablica 4.** Parametry mechaniczne i hydrauliczne geotkaniny

Parametr	Wartość	Tolerancja	Metoda badania
Wytrzymałość na rozciąganie, co najmniej [kN/m]			
• wzdłuż	15	-1,5	EN ISO 10319
• wszerz	15	-1,5	
Odkształcenie przy zerwaniu, nie więcej niż [%]			
• wzdłuż	20	±3	EN ISO 10319
• wszerz	20	±3	
Odporność na przebicie statyczne, nie więcej niż [kN]	3	-0,2	EN ISO 12236
Odporność na przebicie dynamiczne, nie więcej niż [mm]	16	+3	EN ISO 13443

- Geotkanina użyta jako warstwa separacyjna powinna być produkowana zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO 9001.
- Geotkanina powinna posiadać oznakowanie CE.

## 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 do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania warstw z mieszanek niezwiązanych stabilizowanych mechanicznie powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- a) mieszarek do wytwarzania mieszanki, wyposażonych w urządzenia dozujące wodę. Mieszarki powinny zapewnić wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej,
- b) równiarek albo układarek do rozkładania mieszanki,
- c) walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.
- d) prostych narzędzi ręcznych – np. noży, sekatorów – do docinania geosyntetyków w razie potrzeby

Stosowany przez Wykonawcę sprzęt powinien być sprawny technicznie i 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”.

### **4.2. Transport materiałów**

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem. Wskazany jest transport samowładowczy (samochody, ciągniki z przyczepami). Przy ruchu po drogach publicznych pojazd musi spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych. Geosyntetyki można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed mechanicznym uszkodzeniem.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

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

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

Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty.

### **5.2. Przygotowanie podłoża**

Podłoże należy wyprofilować do wymaganych rzędnych, spadków i pochyłeń, 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.

W przypadku, jeżeli podłoże będzie miało nośność mniejszą, od założonej przez projektanta, należy zastosować jedną z następujących metod postępowania:

(a): Wykonać stabilizację gruntu rodzimego metodą „na miejscu” Zgodnie ze specyfikacją D.04.05.01A.

lub

(b): Zwiększyć grubość warstwy mieszanki niezwiązanej stabilizowanej georusztem. Zwiększenie grubości warstwy dobierze Wykonawca w taki sposób, aby zapewnić wymaganą nośność na powierzchni tej warstwy.

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.

Należy zwrócić szczególną uwagę na odwodnienie przygotowanego podłoża. Nie można dopuścić do nawodnienia podłoża np. wodą opadową. Niedopuszczalne jest pozostawienie przygotowanego podłoża bez jego przykrycia kolejnymi warstwami na dłuższy okres, zwłaszcza kiedy spodziewane są opady. Wykonawca zobowiązany jest zapewnić tymczasowe odwodnienie podłoża na czas prowadzenia robót.

### 5.3. Przygotowanie mieszanki

Wykonawca na podstawie badań laboratoryjnych przygotowuje recepturę na wytworzenie mieszanki. Receptura obejmować będzie ustalenie mieszanych frakcji kruszywa oraz wilgotność optymalną dla mieszanych składników. Sporządzona receptura musi uzyskać akceptację Inżyniera.

### 5.4. Wytworzenie mieszanki na warstwę podbudowy

Wytworzenie mieszanki polegać będzie na wymieszaniu odpowiednich frakcji kruszywa (przewidzianych recepturą) z dodaniem wody, celem uzyskania wilgotności optymalnej dla wytworzonej mieszanki.

Potrzebną ilość wody dla mieszanki ustala się laboratoryjnie z uwzględnieniem wilgotności naturalnej kruszywa. Nawilżanie mieszanki powinno następować stopniowo w ilości nie większej niż 10 l/m<sup>3</sup> do czasu uzyskania w mieszance wilgotności optymalnej określonej laboratoryjnie.

Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu.

### 5.5. Ułożenie geosyntetyków

Bezpośrednio na przygotowanym podłożu należy ułożyć warstwę geosyntetyku. Pomiędzy sąsiednimi i kolejnymi pasmami geosyntetyku należy zachować zakład o szerokości min. 0,4 m. Geosyntetyk można układać zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym do osi drogi, pod warunkiem zachowania wymaganych zakładów.

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.

### 5.6. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana w warstwie o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była zgodna z dokumentacją projektową.

Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 25 cm po zagęszczeniu.

Warstwy o grubości większej niż 25 cm należy wykonać w dwóch warstwach technologicznych.

Warstwa ulepszanego podłoża powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych.

Bezpośrednio po wyprofilowaniu warstwy kruszywa należy przystąpić do jej zagęszczenia przez wałowanie. Kruszywo należy zagęszczać walcami ogumionymi, walcami wibracyjnymi i gładkimi. Zagęszczanie powinno postępować stopniowo od krawędzi do środka warstwy ulepszanego podłoża przy przekroju daszkowym jezdni oraz od dolnej do górnej krawędzi warstwy ulepszanego podłoża przy przekroju o spadku jednostronnym. Jakikolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczania powinny być wyrównane przez spulchnianie warstwy kruszywa i dodanie lub usunięcie materiału aż do otrzymania równej powierzchni. W miejscach niedostępnych dla walców warstwy ulepszanego podłoża powinna być zagęszczona zagęszczarkami płytowymi, małymi walcami wibracyjnymi lub ubijakami mechanicznymi przy użyciu zróżnicowanego sprzętu. W pierwszej fazie zagęszczania należy stosować sprzęt lżejszy, a w końcowej sprzęt cięższy.

Zagęszczenie należy prowadzić do osiągnięcia zagęszczenia warstwy zgodnego z wymaganiami z p. 6.3.4.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora. Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie i napowietrzanie. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od optymalnej o 20% jej wartości, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

### **5.7. Utrzymanie warstwy ulepszonego podłoża**

Warstwy ulepszonego podłoża po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Warstwa ulepszonego podłoża może być wykorzystywana tylko do sporadycznego, niezbędnego ruchu budowlanego, który nie może wywoływać w niej kolein. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową warstwę ulepszonego podłoża do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania warstwy ulepszonego podłoża obciąża Wykonawcę robót.

### **5.8. 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 przejść sprzętu 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 m<sup>2</sup>.

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu zaakceptowanym przez Inżyniera.

## **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”.

W pierwszej kolejności należy uwzględnić wymagania [Wytucznych Technicznych ZDW Katowice - WTW Kruszywa - 0,31,5mm stabilizowanego mechanicznie, które mają charakter nadrzędny nad niniejszą specyfikacją.](#)

### **6.2. 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. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2 niniejszej ST.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji Deklaracje Właściwości Użytkowych geosyntetyków wraz z próbkami materiałów. Podstawą do zatwierdzenia materiału może być wyłącznie poprawna Deklaracja Właściwości Użytkowych, zgodna z wymaganiami „Rozporządzenia PE 305/2011 ws. zharmonizowanych warunków wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych”. Inne dokumenty (np. karty materiałowe, wyniki badań wykonanych przez producenta, itp.) nie mogą być podstawą zatwierdzenia materiału.

### **6.3. Badania w czasie robót**

#### **6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów**



**Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań przy budowie warstw z mieszanek niezwiązanych stabilizowanych georuszem**

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia warstwy przypadająca na jedno badanie (m <sup>2</sup> )
1	Uziarnienie mieszanki	1	2000
2	Zawartość wody		
3	Zagęszczenie warstwy	5 próbek na 10 000 m <sup>2</sup>	
4	Badanie właściwości kruszywa wg tab. 1	dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	

### 6.3.2. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 2.3. Próbki należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

### 6.3.3. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszance powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w Tabelcy 1.

### 6.3.4. Nośność i zagęszczenie warstwy

Zagęszczenie na górze warstwy wzmacniającej, powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia zgodnie z wymogami PN-S-02205. Alternatywnie, uzyskanie wymaganych parametrów można potwierdzić wynikiem pomiaru lekką płytą dynamiczną lub płytą statyczną  $\phi = 30\text{cm}$ .

W takim przypadku wynik modułu należy obliczać w zakresie obciążeń jednostkowych 0,15 – 0,25MPa i przyrostu odkształcenia odpowiadającemu temu zakresowi obciążeń jednostkowych doprowadzając obciążenie końcowe do 0,35MPa. Moduły odkształcenia oblicza się z następujących wzorów:

$$E_1 = \frac{3\Delta p}{4\Delta s_1} D \quad E_2 = \frac{3\Delta p}{4\Delta s_2} D$$

gdzie:

E1 - moduł pierwotny odkształcenia [MPa],

E2 - moduł wtórny odkształcenia [MPa],

$\Delta p$  - różnica nacisków w cyklu obciążania w przedziale 0,15 – 0,25 MPa[MPa],

$\Delta s_1$  - przyrost osiadań w pierwszym cyklu obciążania [mm],

$\Delta s_2$  - przyrost osiadań w drugim cyklu obciążania[mm],

D - średnica płyty [mm] (D = 300 mm).

Wskaźnik odkształcenia  $l_0 = E_2/E_1$ , charakteryzujący zagęszczenie, powinien być nie większy od przyjętego w projekcie.

Wykonawca przedstawi wyniki badań do akceptacji Inżyniera po przeliczeniu ich na wartości założone w projekcie.

Wtórny moduł odkształcenia E2, charakteryzujący nośność, powinien być nie mniejszy od przyjętego w projekcie.

#### **Wzmocnienie podłoża P1**

Doprowadzenie do 120MPa bezpośrednio pod konstrukcją ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C5/6 z dodatkiem środków jonowymiennych ( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ ,  $l_0 = \max 2,2$ ) podłoże gruntowe  $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$

w przypadku lokalnie występujących gruntów G2-G4 dodatkowo należy zastosować stabilizację spoiwem o grubości 25cm

#### **Wzmocnienie podłoża P2 (podłoże G4\*)**

Doprowadzenie do 120MPa bezpośrednio pod konstrukcją

ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C5/6,  
wykonywanych w mieszarkach ( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ ,  $I_0 = \max 2,2$ )  
warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
georuszt typ 1  
geowłóknina  
razem  
podłoże gruntowe  $E_2 \geq 15 \text{ MPa}$ .  
*wymiana gruntów nienośnych*  
\* - grunty spoiste w stanie plastycznym i gorszym, nie kwalifikujące się do  
grupy nośności G4

**Wzmocnienie podłoża P3 – kategoria 1 szkód górniczych, tereny zagrożenia ruchami masowymi:**

Doprowadzenie do 120MPa bezpośrednio pod konstrukcją  
podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ )  
georuszt typ 1  
warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
georuszt typ 2  
geowłóknina  
razem  
podłoże gruntowe  $E_2 \geq 15 \text{ MPa}$ .  
*wymiana gruntów nienośnych*

**Wzmocnienie podłoża P4 – kategoria 2 szkód górniczych:**

Doprowadzenie do 120MPa bezpośrednio pod konstrukcją  
podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
( $E_2 = \min. 120 \text{ MPa}$ )  
georuszt typ 2  
warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej C50/30 0/31,5  
georuszt typ 2  
geowłóknina  
razem  
podłoże gruntowe  $E_2 \geq 15 \text{ MPa}$ .  
*wymiana gruntów nienośnych*

Wymagane jest uzyskanie parametrów założonych w projekcie lub wynikających z przepisów.

Badania zagęszczenia i ew. nośności należy wykonywać co najmniej 24h po wykonaniu warstwy.

### **6.3.5. Właściwości kruszywa**

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 2.2 ÷ 2.4  
Próbki do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inżyniera.

## **6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych warstwy ulepszanego podłoża**

### **6.4.1. Częstotliwość oraz zakres pomiarów**

Częstotliwość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych warstwy ulepszanego podłoża podano w *Tablicy 6*.

**Tablica 6.** *Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej warstwy z mieszanki niezwiązanej stabilizowanej georusztem*

L.P.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów
1	Szerokość warstwy	10 razy na 1 km
2	Równość podłużna	co 25 m łątą
3	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne	10 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe	co 20 m
6	Ukształtowanie osi w planie	co 100 m
7	Grubość warstwy	Podczas budowy: w 3 punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 1000 m <sup>2</sup> Przed odbiorem: w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m <sup>2</sup>
8	Zagęszczenie warstwy	co najmniej w dwóch przekrojach na każde 1000 m

#### 6.4.2. Szerokość

Szerokość warstwy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +15 cm, -10 cm.

#### 6.4.3. Równość

Nierówności podłużne warstwy należy mierzyć 4-metrową łątą lub planografem, zgodnie z BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne warstwy należy mierzyć 4-metrową łątą.

Nierówności warstwy nie mogą przekraczać 15 mm.

#### 6.4.4. Spadki poprzeczne

Spadki poprzeczne warstwy na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją +/- 0,7 %.

#### 6.4.5. Rzędne wysokościowe

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi warstwy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać -2 cm, +1 cm.

#### 6.4.6. Ukształtowanie osi warstwy

Oś w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż +/- 10 cm.

#### 6.4.7. Grubość warstwy

Grubość nie może się różnić od grubości projektowanej o więcej niż +/- 10 %.

### 6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami

#### 6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne warstwy

Wszystkie powierzchnie warstwy, które wykazują większe odchylenia od określonych w punkcie 6.4 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie do głębokości co najmniej 10 cm, wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Jeżeli szerokość warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 10 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien na własny koszt poszerzyć warstwę przez spulchnienie jej na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie.

## **6.5.2. Niewłaściwa grubość warstwy**

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca wykona naprawę. Powierzchnie powinny być naprawione przez spulchnienie lub wybranie warstwy na odpowiednią głębokość, zgodnie z decyzją Inżyniera, uzupełnione nowym materiałem o odpowiednich właściwościach, wyrównane i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, według wyżej podanych zasad, na koszt Wykonawcy.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

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

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

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest:

- m<sup>2</sup>(metr kwadratowy) wykonania warstwy z geotkaniny polipropylenowej;
- m<sup>2</sup>(metr kwadratowy) wykonania warstwy z georusztu;
- m<sup>2</sup>(metr kwadratowy) wykonania warstwy z mieszanki niezwiązanej.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady Odbioru Robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania Ogólne"

Procedura odbioru inicjowana na pisemny wniosek Wykonawcy powinna być zgodna z zasadami podanymi w STWiORB. Wykonane roboty są zatwierdzane przez Inżyniera na podstawie oceny wizualnej, pomiarów geodezyjnych, wyników badań wykonanych z bieżącej kontroli jakości materiałów i ewentualnie innych szczegółowych zaleceń Inżyniera.

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

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt. 9.

Podstawą płatności jest wartość (kwota) podana przez Wykonawcę w danej pozycji kosztorysu.

Cena jednostkowa pozycji będzie uwzględniać wszystkie czynności, wymagania i badania składające się na jej wykonanie, określone dla tej roboty w STWiORB i w Dokumentacji Projektowej.

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

Cena wykonania warstwy z geotkaniny polipropylenowej - 1 m<sup>2</sup> - obejmuje:

- przygotowanie PTiOR i PZJ,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- badania podłoża gruntowego, w tym ustalenie wymagań posadowienia warstw ulepszanego podłoża. Wykonanie ewentualnej stabilizacji gruntu ujęte jest w STWiORB D.04.05.01A.
- oznakowanie i zabezpieczenie prowadzonych robót,
- zakup i dostarczenie materiałów;
- dostarczenie sprzętu niezbędnego do wykonania warstwy ulepszanego podłoża,

- przygotowanie podłoża,
- zapewnienie prawidłowego odwodnienia podłoża,
- ewentualne obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej,
- wykonanie odcinka próbnego,
- rozłożenie geosyntetyków,
- przeprowadzenie kontrolnych badań podłoża gruntowego w postaci otworów wiertniczych z pobraniem i przebadaniem próbek w laboratorium, z określeniem rodzaju i stanu gruntu
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w STWiORB,
- odwodnienie terenu na czas prowadzenia robót,
- wykonanie zabezpieczeń przed wodą
- wykonanie innych czynności wraz z niezbędnymi materiałami, potrzebnymi do realizacji zadania
- w przypadku konieczności wykonania stabilizacji podłoża gruntowego odstępuje się od ułożenia warstwy z geotkaniny polipropylenowej;

Cena wykonania warstwy z geosyntetyku - 1 m<sup>2</sup> - obejmuje:

- przygotowanie PTiOR i PZJ,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie i zabezpieczenie prowadzonych robót,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- dostarczenie sprzętu niezbędnego do wykonania warstwy ulepszonego podłoża,
- zapewnienie prawidłowego odwodnienia podłoża,
- ewentualne obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej,
- wykonanie odcinka próbnego,
- rozłożenie geosyntetyków,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w STWiORB,
- utrzymanie warstwy ulepszonego podłoża w czasie robót,
- odwodnienie terenu na czas prowadzenia robót,
- wykonanie zabezpieczeń przed wodą
- wykonanie innych czynności wraz z niezbędnymi materiałami, potrzebnymi do realizacji zadania

Cena wykonania warstwy z mieszanki niezwiązanej - 1 m<sup>2</sup> - obejmuje:

- przygotowanie PTiOR i PZJ,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie i zabezpieczenie prowadzonych robót,
- zakup i dostarczenie materiałów do wykonania warstwy ulepszonego podłoża,
- dostarczenie sprzętu niezbędnego do wykonania warstwy ulepszonego podłoża,
- zapewnienie prawidłowego odwodnienia podłoża
- ewentualne obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej
- opracowanie recepty na wykonanie mieszanki z kruszywa,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- wykonanie odcinka próbnego,
- rozłożenie mieszanki w warstwach o grubościach docelowych zgodnie z zapisami dokumentacji projektowej,
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w STWiORB,
- utrzymanie warstwy ulepszonego podłoża w czasie robót,
- uporządkowanie miejsca prowadzonych robót.
- wykonanie innych czynności wraz z niezbędnymi materiałami, potrzebnymi do realizacji zadania

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

PN-EN ISO 14688-1	Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis
PN—ENISO 14688-2	Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów Część 2: zasady klasyfikowania
PN-EN 13249	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 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 Wytyczne Techniczne ZDW Katowice - WTW Kruszywa - 0,31,5mm stabilizowanego mechanicznie.

## 10.2. Pozostałe dokumenty

1. Zalecenia producenta georusztu i geotkaniny dotyczące technologii wbudowania.
2. 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.