

## **D.04.05.01 ULEPSZONE PODŁOŻE Z KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy i ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem w ramach przebudowy drogi powiatowej nr 2012B Wiśniewo - Łętowo - Dąb - Kołaki Kościelne - Czarnowo Undy - Czarnowo Biki - Kulesze Kościelne - droga 2052 (w miejscowości Ćwikły Rupie).

#### **1.2. Zakres stosowania SST**

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

#### **1.3. Zakres robót objętych SST**

Roboty, których dotyczy specyfikacja obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie warstwy wzmacniającej podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem o  $R_m=2,5$  MPa, grubości warstwy 15 cm w lokalizacji zgodnej z Dokumentacją Projektową.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1. Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem** - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

**1.4.2. Mieszanka cementowo-gruntowa** - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach.

**1.4.3. Grunt stabilizowany cementem** - mieszanka cementowo-gruntowa zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

**1.4.4. Kruszywo stabilizowane cementem** - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

**1.4.5. Podłoże gruntowe ulepszone cementem** - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.

**1.4.6. Stabilizacja na miejscu** - proces technologiczny polegający na użyciu do budowy warstw podłoża konstrukcji gruntu rodzimego, cementu, wody i ew. odpowiednich stabilizatorów, wymieszaniu na projektowaną grubość, przy zachowaniu optymalnej wilgotności, w jednym ciągu technologicznym samobieżną maszyną do mieszania gruntów w podłożu

**1.4.7.** Określenia podane w niniejszej specyfikacji są zgodne z normą podstawową PN-S-06102:1997, normami związanymi, wytycznymi i określeniami podanymi w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.1.4.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” p.1.5.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót i ich zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami Inspektora Nadzoru.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.2.

### 2.2. Rodzaje materiałów

Do wykonania warstw wzmacniających podłoże przewidziano użycie następujących materiałów:

- kruszyw naturalnych,
- spoiw hydraulicznych (cementu, itp.),

### 2.3. Materiały do wykonania ulepszonych podłoża stabilizowanego cementem

#### 2.4.1. Cement

Jako spoiwo hydrauliczne należy zastosować cement klasy 32,5 N lub R, rodzaju CEM I, CEMII lub CEM III, wg normy PN-EN 197-1:2002. Wymagany jest atest producenta.

Inżynier na wniosek Wykonawcy może dopuścić do wykonania stabilizacji inne alternatywne spoiwa hydrauliczne (np. mieszanki spoiw hydraulicznych i popiołów lotnych) oferowane na rynku, pod warunkiem zapewnienia przez nie wymaganych parametrów mechanicznych i fizycznych zastabilizowanej warstwy, potwierdzonych na odcinku próbnym. Spoiwa hydrauliczne powinny posiadać ważne dokumenty dopuszczające Wyrób do robót budowlanych i zezwalające na zastosowanie w przedmiotowym przypadku.

#### 2.4.2. Kruszywa

Do stabilizacji cementem należy stosować kruszywa naturalne (piaski, mieszanki i żwiry) albo mieszankę tych kruszyw o ciągłym uziarnieniu spełniające wymagania podane w tablicy 2.

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w pkt. 6.3.6.

Tablica 2. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem

Lp.	Właściwości	Wymagania
1.	Uziarnienie, wg. PN-B-06714-15 a) ziaren pozostających na sicie 2 mm, % nie mniej niż b) ziaren przechodzących przez sito 0,075 mm, % nie więcej niż:	30 15
2.	Zawartość części organicznych wg. PN-B-06714-26 Barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	wzorcowa
3.	Zawartość zanieczyszczeń obcych wg. PN-B-06714-12, %, nie więcej niż:	0,5
4.	Zawartość siarczanów w przeliczeniu na SO <sub>2</sub> wg. PN-B-06714-28, %, poniżej:	1

#### 2.4.4. Woda

Woda do stabilizacji spoiwami powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008:2004. Bez badań laboratoryjnych może zostać użyta woda pitna wodociągowa (nie mineralizowana). Woda pochodząca ze źródeł wątpliwych nie może być użyta do czasu uzyskania pozytywnych wyników badań.

#### 2.4.5. Projektowanie mieszanki

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia badań poszczególnych materiałów użytych do stabilizacji oraz do opracowania recepty. Co najmniej na 30 dni przed przystąpieniem do Robót, Wykonawca powinien dostarczyć Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt składu mieszanki, jak

również pobrane w obecności Inżyniera próbki gruntu, kruszywa i cementu. Roboty mogą się rozpocząć dopiero po zatwierdzeniu przez Inżyniera projektu mieszanki.

Projekt składu mieszanki do budowy warstwy stabilizowanej cementem powinien obejmować:

- wyniki badań cementu według PN-EN 197-1:2002,
- wyniki badań jakości wody według PN-B-32250 (jeżeli są wymagane),
- wyniki badań gruntu:
- procentowy i objętościowy skład mieszanki mineralno-cementowej (zawartość gruntu kruszywa, cementu i wody);
- wyniki badań wytrzymałości na ściskanie według PN-S-96012 (Tab. 3);
- wyniki badań wskaźnika mrozoodporności według PN-S-96012 (Tab. 3);
- wyniki testu Proctora, gęstości objętościowej oraz wilgotności optymalnej.

Tablica 3. Wymagania dla gruntu stabilizowanego cementem

Rodzaj warstwy	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą (MPa)		Wskaźnik mrozoodporności
	po 7 dniach <sup>*)</sup>	Po 28 dniach	
kruszywo stabilizowane cementem R <sub>m</sub> = 2,5 MPa	1,0-1,6	1,5-2,5	0,6
<i>*) Wartości nie wymagane; wskaźniki pozwalające przewidywać wytrzymałość 28-dniową, w przypadku zastosowania cementów klasy R mogą być wyższe</i>			

Zawartość cementu dla zaprojektowanej mieszanki z kruszywa stabilizowanego cementem nie powinna przekraczać 100 kg/m<sup>3</sup>, liczonych w stosunku do masy suchej mieszanki kruszywa.

### 2.5. Preparaty do pielęgnacji warstw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokowych muszą one posiadać ważne dokumenty dopuszczające Wyrób do robót budowlanych. Do pielęgnacji można używać również wody spełniającej wymagania pkt. 2.4.4

Przykrycie zagęszczonej warstwy kruszywa stabilizowanego spoiwami hydraulicznymi następną warstwą konstrukcyjną wraz jej zagęszczeniem przed zakończeniem czasu wiązania cementu, jest również wystarczającą metodą zabezpieczającą ułożoną warstwę przed utratą wilgoci.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.3.

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Używany sprzęt winien gwarantować uzyskanie odpowiedniej jakości Robót. Dobór sprzętu budowlanego pod względem typów i ilości powinien być zgodny z opracowanym przez Wykonawcę PZJ, zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru.

Do wykonania robót należy stosować:

- remiksery (frezarko - mieszarki) jako samojezdne maszyny frezująco-mieszające (na wymaganą głębokość) i układające jednorodną warstwę wzmocnienia w jednym ciągu technologicznym,
- wytwórnię stacjonarną do produkcji mieszanki kruszywowo-cementowej,
- samochody samowyładowcze do transportu mieszanki,
- równiarki,
- spsycharki,
- rozsypywarki do cementu, wyposażone w osłony przeciwpylne, ze szczelinami o regulowanej szerokości podawania cementu,
- cysterny samochodowe jako przewoźne zbiorniki na wodę, posiadające możliwość

regulowania i równomiernego dozowania wody o kontrolowanej ilości jej wypływu.

- cysterny samochodowe jako zbiorniki z roztworem EN-1 posiadające możliwość regulowania i równomiernego dozowania tego roztworu o kontrolowanej ilości jego wypływu. Cysterna będzie wyposażona w przewód umożliwiający podawanie roztworu bezpośrednio do remiksera w miejsce głębokiego mieszania gruntu, gdzie roztwór zostanie równomiernie rozprowadzony w miksowanym gruncie,
- walce stalowe wibracyjne i statyczne (odpowiednio ciężkie) do zagęszczania, rozłożonej warstwy wzmocnienia,
- walce ogumione do ostatecznego zagęszczania rozłożonych warstw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi,
- małe walce wibracyjne, zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,
- szablony do wyprofilowania warstwy,
- cementowozy.

### **3.3. Wykonywanie stabilizacji gruntu metodą na miejscu**

Wykonywanie stabilizacji gruntu metodą na miejscu może się odbywać maszyną frezująco-mieszającą o sprawnych systemach automatycznego sterowania i dozowania. Wykonawca określi parametry maszyny w PZJ, dokona prezentacji pracy maszyny oraz wykona odcinek próbny o powierzchni min. 600 do 800m<sup>2</sup> w miejscu i terminie uzgodnionym z Inżynierem, na którym będzie sprawdzona założona technologia i organizacja wykonania oraz przydatność materiałów przewidzianych do stosowania i parametry techniczne gotowej warstwy.

### **3.4. Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych**

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Inspektora Nadzoru po wstępnych próbach. W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +10% i -20% jej wartości.

Przed ułożeniem mieszanki podłoże należy zwilżyć wodą.

Grubość układanej mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych.

Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

## **4. TRANSPORT**

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

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.4.

### **4.2. Transport materiałów**

Materiały mogą być przewożone dowolnymi samowładowczymi środkami transportu w sposób, nie powodujący rozsegregowania frakcji kruszywa oraz zmian wilgotności mieszanki.

#### **4.2.1. Transport gruntu lub kruszywa**

Grunt i kruszywo może być dowożone dowolnymi środkami transportowymi gwarantującymi zabezpieczenie przed wysypywaniem i zanieczyszczeniem.

#### 4.2.2. Transport spoiw hydraulicznych

Transport cementu powinien odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

#### 4.2.3. Transport wody

Jeżeli woda do wytwarzania mieszanki nie jest pobierana bezpośrednio z instalacji wodociągowej, to powinna być dowożona z uzgodnionego miejsca cysternami samochodowymi, w czystych zbiornikach, w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem.

### 5. WYKONANIE ROBÓT

#### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST DM.00.00.00., „Wymagania ogólne” p.5.

W ramach PZJ Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru projekt organizacji i harmonogram Robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane Roboty.

Stabilizacja spoiwami hydraulicznymi może nastąpić przy sprzyjających warunkach atmosferycznych tj. przy suchej pogodzie w temperaturze powyżej +5°C, przy minimalnej temperaturze powietrza w ciągu ostatnich 24 godzin także powyżej +5°C. Nie dopuszcza się prowadzenia Robót podczas opadów atmosferycznych oraz podczas silnego wiatru ( $V > 16\text{m/sek}$ ).

#### 5.2. Przygotowanie podłoża

Podłożem dla wykonywanych warstw wzmacniających jest grunt rodzimy zalegający poniżej warstw wzmacniających, wstępnie wyprofilowany i dogęszczony.

Podłoże w którym grunt wymaga dodatkowego doziarnienia, powinno zostać wyprofilowane na poziomie zniżonym w stosunku do projektowanego poziomu wzmocnionej warstwy, uwzględniającym rozłożenie warstwy kruszywa doziarniającego w wymaganej recepturą warstwie.

#### 5.3. Odcinek próbny

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić ok. 500 m<sup>2</sup>. Odcinek próbny powinien stanowić część wykonywanej warstwy i być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inspektora Nadzoru. Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy wzmacniającej.

Odcinek próbny zostanie wykonany co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- sprawdzenia właściwego dozowania spoiw hydraulicznych i wody oraz roztworu wodnego EN-1,
- określenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia i nośności.
- porównania właściwości wykonanej mieszanki z opracowaną receptą laboratoryjną i wymaganiami SST

Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy po zaakceptowaniu wyników badań z odcinka próbnego przez Inspektora Nadzoru.

#### 5.4. Wykonanie wzmocnienia poprzez stabilizację cementem

Przed rozłożeniem cementu i wjazdem remiksera, podłoże należy wstępnie dogęścić i wyprofilować. W przypadkach tego wymagających, na gruncie podłoża należy rozłożyć dodatkową warstwę kruszywa doziarniającego.

Cement zostanie rozłożony przed remikserem z niewielkim wyprzedzeniem odległościowym i czasowym, w celu zapewnienia, że dana działka robocza będzie wykonana w tym samym dniu lub przed pogorszeniem się warunków pogodowych. Cement będzie rozkładany mechanicznie przy użyciu rozsypywarki zgodnej z pkt. 3.2. zapewniającej równomierne jego rozłożenie przy minimalnych stratach. Cement powinien być rozłożony z dokładnością 3% w stosunku do założonego jednostkowego zużycia. W przypadku gdy konstrukcja remiksera na to pozwala, cement w formie zawiesiny (zmieszany z wodą w specjalnym urządzeniu) może być podawany bezpośrednio na bęben frezujący maszyny.

Mieszanie składników należy prowadzić na głębokość powiększoną o wartość, pozwalającą na uzyskanie po zagęszczeniu przy wilgotności optymalnej, grubości wzmacnianej warstwy zgodnej z p.1.3. Mieszanie należy prowadzić do czasu uzyskania jednorodnego wyglądu na całej grubości i powierzchni warstwy.

Przetworzona przez remikser warstwa po wstępnym wyrównaniu i dogęszczeniu, a przed ostatecznym zagęszczeniem winna zostać wyprofilowana do wymaganych Dokumentacją Projektową pochyłeń poprzecznych i podłużnych przy użyciu równiarki.

Zagęszczona warstwa powinna zostać zabezpieczona przed ruchem technologicznym na czas niezbędny dla umożliwienia zajścia reakcji chemicznych.

Wałowanie z użyciem walców stalowych należy prowadzić z włączoną wibracją, zwłaszcza w początkowej fazie zagęszczania. Na końcu wałowanie powinno zostać przeprowadzone walcem ogumionym. Całość Robót licząc od momentu dodania cementu na grunt, do uformowania i zagęszczenia warstwy powinna zostać zakończona na godzinę przed końcem wiązania cementu.

Wykonawca będzie prowadził Roboty w taki sposób, aby zapewnić szczelne połączenie działek roboczych. Sposób ich połączenia Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji. Sąsiadujący nowo wykonywany pas stabilizacji powinien nachodzić na już wykonany 20 - 30 cm, a czas jego wykonania nie powinien przekroczyć 60 min. od zagęszczenia już wbudowanego pasa.

Specjalną uwagę należy poświęcić wykonaniu spoin roboczych. Bezpośrednio po wykonaniu warstwy należy obciąć pionowo jej krawędź (np. za pomocą oprzyrządowania walców). Przed przystąpieniem do wykonania kolejnych działek, krawędź należy zwilżyć wodą. Od obciążenia krawędzi w wykonanej warstwie można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania działki, a rozpoczęciem wbudowania następnej nie przekracza 60 min.

### **5.5. Profilowanie**

Przed zagęszczeniem materiały w warstwach wzmacniających należy wyprofilować do spadków poprzecznych i pochyłeń podłużnych wymaganych w Dokumentacji Projektowej, z uwzględnieniem zmiany grubości warstwy po zagęszczeniu. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne zagłębienia za pomocą równiarki lub spycharki.

### **5.6. Zagęszczenie**

Warstwy należy zagęszczać walcami wibracyjnymi ogumionymi i stalowymi gładkimi. W ostatniej fazie zagęszczania należy sprawdzić profil powierzchni warstw wzmacniających łątą, za pomocą sznurka lub inną metodą.

Zagęszczenie warstw należy wykonywać w grubościach określonych w p.1.3 przy zachowaniu wilgotności optymalnej. Zagęszczenie oraz nośność powinny być równomierne na całej szerokości wzmacnianego nasypu lub wykopu i należy je sprawdzać dla każdej zagęszczanej warstwy. Zagęszczenie i nośność powinny odpowiadać warunkom podanym w p.6.4.

### **5.7. Spoiny robocze**

W miarę możliwości należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości.

Jeżeli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie obciąć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną

spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obcięcia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 60 minut.

Jeżeli w niżej położonej warstwie występują spoiny robocze, to spoiny w warstwie leżącej wyżej powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 30 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

### **5.8. Pielęgnacja warstwy kruszywa stabilizowanego cementem**

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą, co najmniej 7 dni,
- przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inspektora Nadzoru.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni pielęgnacji, a po tym czasie ewentualny ruch budowlany może odbywać się wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru.

### **5.9. Utrzymanie ulepszanego podłoża**

Ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinno być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inspektora Nadzoru, gotowe ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia ulepszanego podłoża, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania ulepszanego podłoża obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw ulepszanego podłoża uszkodzonego wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz.

Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia ulepszanego podłoża.

Warstwa ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” p.6.

### **6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do Robót Wykonawca powinien przeprowadzić pełne badania wszystkich materiałów tworzących mieszanki na warstwy wzmacniające podłoże i przedstawi wyniki tych badań, wraz z projektami ich składów, do zatwierdzenia Inspektorowi Nadzoru. Produkcja może być rozpoczęta po uzyskaniu od Inspektora Nadzoru akceptacji materiałów i projektów składu mieszanki.

Warunkiem dopuszczenia zaprojektowanych mieszanki do wykonania poszczególnych warstw wzmacniających są pozytywne wyniki z zarobów próbnymi oraz badań nośności płytą VSS, wykonane na odcinku próbnym, oceniane zgodnie z wymogami p.2.3,2.4 i 6.4 niniejszej Specyfikacji.

### **6.3. Badania w czasie robót**

Badania właściwości gruntu i kruszywa należy przeprowadzać dla każdej partii odpowiadającej powierzchni 5000 m<sup>2</sup> oraz przy każdej zmianie rodzaju gruntu i kruszywa. W przypadku zmiany rodzaju gruntu i kruszywa należy dodatkowo opracować nowy skład mieszanki.

Wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem badana po 28 dniach oraz wskaźnik mrozoodporności, powinny być zgodne z Tablicą 3. W przypadkach wątpliwych lub na polecenie Inżyniera należy pobrać dodatkowe próbki w celu zbadania wskaźnika mrozoodporności.

Próbki do badań gruntu i kruszywa oraz mieszanek stabilizowanych spoiwami należy pobierać w miejscu wbudowania. Próbki do badań wytrzymałościowych należy formować i przechowywać zgodnie z normami PN-S-96011:1998 i PN-S-96012:1997.

Zagęszczenie warstw i ich nośność sprawdza się zgodnie z p.6.4.

### 6.3.1. Częstotliwość badań przy budowie ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podłoża przypadająca na jedno badanie [m <sup>2</sup> ]
1.	Uziarnienie kruszywa		
2.	Wilgotność mieszanki kruszywa z cementem	2	600
3.	Zagęszczenie warstwy		
4.	Grubość ulepszanego podłoża		
5.	Wytrzymałość na ściskanie 7 i 28-dniowe	3	400
6.	Mrozoodporność	6	400
7.	Badanie cementu	Przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
8.	Badanie wody	Przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej dostawie	
9.	Szczegółowe badania kruszywa	Dla każdego wątpliwego źródła	
		Dla każdej partii do 1500 t i przy każdej zmianie rodzaju kruszywa	

### 6.4. Nośność i zagęszczenie warstw wzmocniających

Badanie zagęszczenia należy przeprowadzać bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania, poprzez oznaczenie wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  według normalnej próby Proctora, zgodnie z normą BN-77/8931-12. W przypadku występowania w warstwach wzmocniających kruszyw gruboziarnistych (warstwa dodatkowo doziarniana) zagęszczenie przeprowadza się na podstawie pomiaru wskaźnika odkształcenia  $I_0$  wg PN-S-02205:1998.

Kontrolę nośności przeprowadza się na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  wg PN-S-02205: 1998. Badanie modułu odkształcenia polega na statycznym obciążaniu warstwy gruntu lub kruszywa płytą o średnicy  $D=300$ mm, stopniowo co 0,05 MPa. Końcowe obciążenie doprowadza się do wartości równej 0,35 MPa (jak dla warstwy ulepszanego podłoża wg PN-S-02205:1998).

Moduły odkształcenia pierwotny  $E_1$  i wtórny  $E_2$  odpowiadające przyrostowi osiadań wywołanemu przyrostem obciążenia jednostkowego w zakresie od 0,15 do 0,25 MPa, obliczamy na podstawie wzoru:

$$E_1, E_2 = 3/4 D (\Delta p / \Delta s) \quad [MPa]$$

gdzie:

- D - średnica płyty ( $D=300$ ), mm
- $\Delta p$  - różnica nacisków ( $\Delta p=0,10$ ), MPa
- $\Delta s$  - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków, mm

Powyższą metodę badania i tok obliczeń stosujemy zarówno dla warstw w podłożu nasypu jak i podłożu konstrukcji. Wartości wtórnego modułu odkształcenia oraz wskaźnika odkształcenia, zależnie od funkcji warstw wzmocniających, powinny być zgodne z tablicą 6.



Tablica 6. Wymagania nośności i zagęszczenia

Miejsce wbudowania	$I_s$	$I_0$	$E_2$
warstwy wzmacniające podłoże pod konstrukcją nawierzchni			
pod konstrukcję nawierzchni DW-671	$\geq 1,03$	$\leq 2,20$	$\geq 120$ MPa
pod konstrukcję nawierzchni - stanowiska postojowe dla sam. ciężarowych i autobusów	$\geq 1,00$	$\leq 2,20$	$\geq 120$ MPa
pod konstrukcję nawierzchni: - stanowiska postojowe dla sam. osobowych - drogi powiatowe, - drogi gminne, - drogi dojazdowe	$\geq 1,00$	$\leq 2,20$	$\geq 100$ MPa
pod konstrukcję nawierzchni - chodniki, zjazdy	$\geq 1,00$	$\leq 2,20$	nie sprawdza się

### 6.5. Wymagania dotyczące cech geometrycznych wykonanej warstwy

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych warstw wzmacniających podano w Tablicy 7.

Tablica 7. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy wzmacniającej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość warstwy	co 50 m
2	Nierówność powierzchni podłużna <sup>1)</sup>	co 20m
3	Nierówność powierzchni poprzeczna <sup>1)</sup>	co 50m
4	Pochylenie poprzeczne warstwy <sup>1) 2)</sup>	co 100 m
5	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie <sup>2)</sup>	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>

<sup>1)</sup> pomiary wykonywane wyłącznie dla warstwy wzmacniającej podłoże konstrukcji nawierzchni  
<sup>2)</sup> dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych

#### 6.5.1. Szerokość warstwy

Dopuszczalne tolerancje w szerokości warstwy wykonanej w stosunku do projektowanej:

- w przypadku warstwy wzmacniającej podłoże konstrukcji nawierzchni:  $\pm 5$ cm.
- w przypadku warstwy wzmacniającej podłoże nasypu:  $\pm 20$ cm.

#### 6.5.2. Nierówność powierzchni

Nierówności powierzchni podłużne i poprzeczne mierzone łąką długości 3m nie mogą być większe niż  $\pm 3$ cm.

#### 6.5.3. Spadek poprzeczny

Różnice wykonanych spadków poprzecznych w stosunku do projektowanych nie powinny przekraczać  $\pm 0,5\%$ .

#### 6.5.4. Rzędne powierzchni

Różnica w stosunku do projektowanych rzędnych powierzchni nie może przekraczać:

- w przypadku warstwy wzmacniającej podłoże konstrukcji nawierzchni: + 1 cm, - 3cm.
- w przypadku warstwy wzmacniającej podłoże nasypu:  $\pm 5$ cm.

### **6.5.5. Ukształtowanie osi w planie**

Oś w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż  $\pm 10$ cm.

### **6.5.6. Grubość warstwy**

Grubość wykonanej warstwy powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową. Dopuszczalne odchylenia od grubości projektowanej  $\pm 10\%$

### **6.6. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami wykonanej warstwy**

Po wykonaniu wymienionych poniżej robót poprawkowych, Wykonawca zobowiązany jest do powtórzenia wszystkich wymaganych specyfikacją badań i pomiarów wbudowanego materiału i wykonanej warstwy, na koszt własny.

#### **6.6.1. Niewłaściwe cechy geometryczne warstwy**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej warstwie stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p.6.5, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inżyniera.

Jeżeli szerokość warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż dopuszczalna i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć warstwę wzmacniającą przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

Nie dopuszcza się ponownego mieszania składników stwardniałej mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

#### **6.6.2. Niewłaściwa grubość warstwy**

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę warstwy przez zerwanie wykonanej warstwy, usunięcie zerwanego materiału i ponowne wykonanie warstwy o odpowiednich właściwościach i o wymaganej grubości. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt

#### **6.6.3. Niewłaściwa wytrzymałość i nośność warstwy**

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek oraz nośność warstwy wzmacniającej będą mniejsze od dolnej granicy określonej w SST, to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

#### **6.6.4. Skutki zerwania warstwy**

W przypadku konieczności zerwania warstwy wzmacniającej wskutek p.6.6.1, 6.6.2 i 6.6.3 podłoże należy ponownie dogęścić i sprawdzić jego parametry geometryczne oraz zagęszczenie. Koszty wszystkich robót poprawkowych oraz dodatkowych badań pokrywa Wykonawca.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

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

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.7.

### **7.2 Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową warstw wzmacniających jako ulepszonego podłoża z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem, jest m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) w rozbiciu na wytrzymałości i grubości warstw.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.8.

### **8.2. Sposób odbioru robót**

Podbudowa podlega odbiorowi Robót zanikających albo odbiorowi częściowemu wg ogólnych zasad jw.

Roboty uznaje się za zgodne z Dokumentacją Projektową SST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg p.6 dały wyniki pozytywne. Roboty wykonane niezgodnie z Dokumentacją Projektową i SST podlegają rozbiórce i ponownemu wykonaniu na koszt i staraniem Wykonawcy. Stosowanie obniżek ceny za niewłaściwą jakość Robót jest niedopuszczalne.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.9.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Płaci się za jednostkę obmiarową wg p.7.2 wykonanej warstwy wzmacniającej.

Cena jednostki obmiarowej jest ceną uśrednioną dla założonego sposobu wykonania i obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup i dostarczenie wszystkich potrzebnych składników,
- przeprowadzenie wymaganych badań laboratoryjnych stosowanych materiałów, wraz z opracowaniem recept na mieszanki mineralne i stabilizowane spoiwami,
- wyprodukowanie mieszanki,
- wykonanie odcinka próbnego,
- wstępne wyprofilowanie i dogęszczenie podłoża przed wykonaniem wzmocnienia,
- zabezpieczenie przed nawodnieniem, odwodnienie koryta,
- ewentualne osuszenie zawilgoconego podłoża,
- transport mieszanki do miejsca wbudowania,
- rozłożenie , wyprofilowanie i zagęszczenie mieszanki,
- ewentualne wykonanie wzmocnienia podłoża kruszywem i spoiwami hydraulicznymi metodą „na miejscu”, na głębokość pozwalającą na uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- wyprofilowanie wszystkich mieszanek,
- zagęszczenie wszystkich mieszanek,
- pielęgnacja wykonanych warstw i ich utrzymanie w trakcie trwania innych Robót, niedopuszczenie do ruchu pojazdów i zabrudzenia,
- naprawa i powtórzenie wymaganych pomiarów warstw podłoża, w przypadku ich uszkodzenia podczas rozbiórki wadliwie wykonanych warstw wzmacniających,
- utrzymanie czystości w miejscu prowadzenia Robót,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, pomiarów, prób i sprawdzeń,
- wykonanie innych czynności niezbędnych do realizacji Robót objętych niniejszą SST, zgodnie z Dokumentacją Projektową i SST.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntu stabilizowanego cementem.
- PN-EN 197-1:2002 Cement Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek grunta.
- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis grantów.
- PN-B-11111:1996 Kruszywo mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka
- PN-B-11112:1996 Kruszywo mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
  
- PN-B-11113:1996 Kruszywo mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek.
  
- PN-76/B-06714/12 Kruszywo mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.
  
- PN-91/B-06714/15 Kruszywa mineralne. Oznaczenie składu ziarnowego.
  
- PN-78/B-06714/26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń organicznych.
  
- PN-78/B-06714/28 Kruszywo mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości siarki metodą bromową.
  
- PN-EN 933-1:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
- PN-EN 933-2:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Nominalne wymiary otworów sit badawczych
  
- PN-EN 1097-5:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
  
- BN-77/8931-12 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
  
- BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
  
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
  
- Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, GDDP, Warszawa 1998. Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP - IBDiM, Warszawa 2002.