

## **D.04.05.01 PODBUDOWA I ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej (ST)**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy wzmacniającej podłoże i podbudowy zasadniczej i pomocniczej z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem w ramach **rozbudowy ul. Torowej od ul. Krasińskiego do ul. Kasztanowej w Skarżysku – Kam.**

#### **1.2. Zakres stosowania ST**

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

#### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót obejmujących wykonanie warstwy wzmacniającej podłoże i podbudowy zasadniczej i pomocniczej z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem o nośności  $R_m=1,5$  MPa,  $R_m=2,5$  MPa.

#### **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.

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

## 1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

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

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Wymagania ogólne dotyczące materiałów

Wymagania ogólne dotyczące materiałów podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 2.2. Cement

Do wykonania robót wg niniejszych ST należy stosować cement portlandzki klasy 32,5, portlandzki z dodatkami lub hutniczy wg PN-B-19701. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

**Tablica 1. Wymagane właściwości mechaniczne i fizyczne cementu według PN-B-19701**

Lp.	Właściwości	Klasa cementu: 32,5
1.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż: - cement portlandzki bez dodatków - cement hutniczy - cement portlandzki z dodatkami	16 16 16
2.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5
3.	Czas wiązania: - początek wiązania, najpóźniej po upływie, h - koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	1 12
4.	Stałość objętości, mm, nie więcej niż:	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-B-04300.

Składowanie cementu musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Zaleca się jego przechowywanie w silosach stalowych. Czas składowania cementu nie powinien przekraczać 3 miesięcy. W przypadku dłuższego składowania może on być użyty za zgodą Inżyniera tylko wtedy, jeśli wykonane dodatkowo badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

### 2.3. Grunty

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych, wykonanych według metod podanych w PN-S-96012:1997.

Do wykonania podbudowy z gruntów stabilizowanych cementem należy stosować grunty odpowiadające następującym wymaganiom:

- a) uziarnienie:
  - ziarna przechodzące przez sito # 40 mm: 100 % wagowo
  - ziarna przechodzące przez sito # 20 mm: > 85% wagowo
  - ziarna przechodzące przez sito # 4 mm: > 50% wagowo
  - ziarna pozostające na sicie # 2 mm: najmniej 30 % (zalecany)
  - ziarna przechodzące przez sito 0,075 mm: nie więcej niż 15 % (zalecany)
  - zawartość cząstek < 0,002 mm: < 20 % wagowo
- b) granica płynności: 40 %
- c) wskaźnik plastyczności: < 15 %
- d) odczyn pH: 5 - 8
- e) zawartość części organicznych < 2 %
- f) zawartość siarczanów < 1% (wg PN-B-06714-28)
- g) wskaźnik piaskowy 20-50 (zalecany)
- h) wskaźnik różnoziarnistości > 5 (zalecany)

Badania należy wykonać zgodnie z PN-B-04481 [2].

Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami określonymi w p. 2.6 (tablica 2).

Grunty nie spełniające ww. wymagań mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem lub popiołami lotnymi.

Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane cementem dla podbudów pomocniczych pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji cementem są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego cementem.

## **2.4. Woda**

Woda stosowana do stabilizacji gruntu cementem i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-32250. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podaną normą lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek gruntowo-cementowych wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji gruntu lub stabilizacji kruszywa cementem.

## **2.5. Dodatki ulepszające**

Przy stabilizacji gruntów cementem, w przypadkach uzasadnionych, stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- wapno wg PN-B-30020,
- popioły lotne wg PN-S-96035,
- chlorek wapniowy wg PN-C-84127.

Za zgodą Inżyniera mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę.

## 2.6. Grunt lub kruszywo stabilizowane cementem

Grunt lub kruszywo stabilizowane cementem wg PN-S-96012 powinny spełniać wymagania określone w tablicy 2.

**Tablica 2. Wymagania dla gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem**

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ścislenie próbek nasyconych wodą (MPa)		Wskaźnik mrozoodporności
		po 7 dniach	po 28 dniach	
1.	Ulepszone podłoże marki $R_m = 1,5$ MPa	od 0,6 do 1,0	od 0,5 do 1,5	0,6
2.	Warstwa podbudowy marki $R_m = 2,5$ MPa	od 1,0 do 1,6	od 1,5 do 2,5	0,6
3.	Warstwa podbudowy marki $R_m = 5,0$ MPa	od 1,6 do 2,2	od 2,5 do 5,0	0,7

## 2.7. Skład mieszanki cementowo-gruntowej i cementowo-kruszywowej

Zawartość cementu nie może przekraczać 8 % dla ulepszanego podłoża oraz 6 % dla podbudowy pomocniczej (dla KR 2).

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [2], z tolerancją + 10 %, - 20 % jej wartości.

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 2.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Wymagania ogólne dotyczące sprzętu

Wymagania ogólne dotyczące sprzętu podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy lub ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami na miejscu,
- mieszarek stacjonarnych,

- spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
- układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki przywiezionej na budowę,
- ciężkich szablonów do profilowania warstwy,
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu**

Wymagania ogólne dotyczące transportu podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### **4.2. Transport materiałów**

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08. Zaleca się transport cementu luzem w odpowiednich cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich.

Transport kruszywa powinien odbywać się w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi asortymentami lub jego frakcjami.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonywania Robót**

Zasady ogólne wykonywania Robót podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram Robót, uwzględniające warunki w jakich wykonywane będą Roboty związane z wykonaniem warstwy wzmacniającej podłoże i podbudowy zasadniczej i pomocniczej z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem.

### **5.2. Warunki przystąpienia do robót**

Podbudowa z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5° w czasie najbliższych 7 dni.

### **5.3. Przygotowanie podłoża**

Podłoże gruntowe powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w ST D.04.01.01, D.02.01.01 i D.02.03.01.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

Jeżeli warstwa mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu podbudowy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według Dokumentacji Projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

## **5.4. Stabilizacja**

### **5.4.1. Stabilizacja metodą mieszania na miejscu**

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek wieloprześciowych lub jednoprześciowych albo maszyn rolniczych. Grunt przewidziany do stabilizacji powinien być spulchniony i rozdrobniony. Przewiduje się wykonanie stabilizacji na wcześniej przygotowanej warstwie piasku nawiezonego (na warstwie odsączającej).

Po spulchnieniu gruntu należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowsów zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Wraz z wodą, można dodawać do gruntu dodatki ulepszające, rozpuszczone w wodzie, np. chlorek wapniowy.

Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10 % jej wartości, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Po spulchnieniu i rozdrobnieniu gruntu należy dodać i przemieszać z gruntem dodatki ulepszające, np. wapno lub popioły lotne, w ilości określonej w receptce laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane receptce.

Cement należy dodawać do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszanego gruntu w ilości ustalonej w receptce laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Grunt powinien być wymieszany z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu.

W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególną uwagę należy zwrócić na jednorodność wymieszania gruntu w obrębie skrajnych pasów o szerokości od 30 do 40 cm, przyległych do prowadnic.

Po wymieszaniu gruntu z cementem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Jeżeli jej wilgotność jest mniejsza od optymalnej o więcej niż 20 %, należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki przed

zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż + 10 %, - 20 % jej wartości.

Czas od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do wymaganych w Dokumentacji Projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych. Do tego celu należy użyć równiarek i wykorzystać prowadnice podłużne, układane każdorazowo na odcinku roboczym. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu specjalistycznych mieszarek i technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

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

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptie 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 Inżyniera 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 należy ustawić prowadnice i podłoże zwilżyć wodą.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek. Grubość układania 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. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

#### **5.5. Grubość warstwy**

Orientacyjna grubość wykonywanych warstw podbudowy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem nie powinna przekraczać 8, 13, 15, 16 cm.

Jeżeli stabilizacja będzie wykonywana w dwóch lub więcej warstwach, to tylko najniższej położona warstwa może być wykonana przy zastosowaniu technologi mieszania na miejscu. Wszystkie warstwy leżące wyżej powinny być wykonywane według metody mieszania w mieszarkach stacjonarnych

## **5.6. Zagęszczanie**

Zagęszczone warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, (ew. zagęszczarek mechanicznych) w zestawie uzgodnionym z Inżynierem.

Zagęszczenie podbudowy oraz ulepszanego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpoczynać się od krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagęszczenia zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

W przypadku technologii mieszania na miejscu, operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone nie później niż w ciągu 5 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki cementowo-gruntowej określonego wg PN-B-04481:1998 (BN-77/8931-12) metodą I lub II nie mniejszego od 100 % maksymalnego zagęszczenia.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczeniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urządzeń obcych.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, muszą być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne zagęszczenie. Roboty te są wykonywane na koszt Wykonawcy.

## **5.7. Utrzymywanie podbudowy**

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, wykonaną warstwę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych ze niewłaściwego utrzymania wykonanej warstwy obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest również zobowiązany do napraw wykonanej warstwy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, jak opady deszczu i śniegu, mróz.

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

Warstwa stabilizowana cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

## **5.8. Spoiny robocze**



W miarę możliwości należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokość. Jeśli 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 zagęszczanej 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 obciążenia 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.

### **5.9. Pielęgnacja warstwy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem**

Bezpośrednio po zagęszczeniu należy świeży gruntocement zabezpieczyć przed parowaniem wody według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową lub asfaltem D 200 lub D 300 w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną, wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- c) utrzymanie w stanie wilgotnym przez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, przez okres co najmniej 7 dni.
- d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr,
- e) przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały przeznaczone do pielęgnacji mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inżyniera.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą 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”.

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

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zobowiązany jest do wykonania pełnego zakresu badań spoiw, kruszyw i gruntów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji.

### **6.3. Badania w czasie robót**

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy podbudowy i ulepszanego podłoża z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 3.

Tablica 3. Częstotliwość badań i pomiarów podczas wykonywania warstw podbudowy

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia pod-budowy lub ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie [m <sup>2</sup> ]
1.	Uziarnienie mieszanki gruntu lub kruszywa	2	600
2.	Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwem		
3.	Rozdrobnienie gruntu <sup>1)</sup>		
4.	Jednorodność i głębokość wymieszania <sup>2)</sup>		
5.	Zagęszczenie warstwy		
6.	Grubość podbudowy lub ulepszanego podłoża	3	400
7.	Wytrzymałość na ściskanie (7 i 28-dniowa)	6 próbek	400
8.	Mrozoodporność	przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
9.	Badanie cementu	przy projektowaniu składu mieszanki przy każdej zmianie	
10.	Badanie wody	dla każdego wątpliwego źródła	
11.	Badanie właściwości gruntu lub kruszywa	dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa	

<sup>1)</sup> Badanie wykonuje się dla gruntów spoistych

<sup>2)</sup> Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu

### 6.3.2. Uziarnienie gruntu lub kruszywa

Próbki do badań należy pobierać z mieszarek lub z podłoża przed podaniem cementu. Uziarnienie kruszywa lub gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w niniejszej ST.

### 6.3.3. Wilgotność mieszania gruntu lub kruszywa z cementem

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej określonej w projekcie składu tej mieszanki, z tolerancją + 10 %, - 20 % jej wartości.

### 6.3.4. Rozdrobnienie gruntu

Grunt powinien być spulchniony i rozdrobniony tak, aby wskaźnik rozdrobnienia był co najmniej równy 80 % (przez sito o średnicy 4 mm powinno przejść 80 % gruntu).

#### **6.3.5. Jednorodność i głębokość wymieszania**

Jednorodność wymieszania gruntu ze spoiwem polega na ocenie wizualnej jednolitego zabarwienia mieszanki. Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi podbudowy czy ulepszanego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

#### **6.3.6. Zagęszczenie warstwy**

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00, oznaczonego zgodnie z PN-B-04481 (BN-77/8931-12).

#### **6.3.7. Grubość warstwy podbudowy i ulepszanego podłoża**

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odległości co najmniej 0,5 m od krawędzi. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż  $\pm 1$  cm.

#### **6.3.8. Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbkę do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem w ilości min. 6 sztuk. Należy je formować i przechowywać zgodnie z PN-S-96012. Trzy próbki należy badać po 7 dniach oraz następne trzy po 28 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w niniejszej ST.

#### **6.3.9. Mrozoodporność**

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek poddawanych 14 cyklom zamrażania i odmrażania według PN-S-96012 powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w p. 2.6 niniejszej ST (tablica 2).

#### **6.3.10. Badanie cementu**

Właściwości cementu określone w niniejszej ST należy badać dla każdej dostawy. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

#### **6.3.11. Badanie wody**

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-B-32250.

#### **6.3.12. Badanie właściwości gruntu lub kruszywa**

Właściwości gruntu lub kruszywa należy badać przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

#### 6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych i wytrzymałościowych warstw podbudowy

##### 6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 4.

**Tablica 4. Częstotliwość i zakresy badań i pomiarów wykonanej warstwy podbudowy**

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1.	Szerokość	10 razy na 1 km
2.	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łata na każdym pasie ruchu
3.	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4.	Spadki poprzeczne <sup>*)</sup>	10 razy na 1 km
5.	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6.	Ukształtowanie osi w planie <sup>*)</sup>	
7.	Grubość podbudowy i ulepszanego podłoża	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m <sup>2</sup>

<sup>\*)</sup> Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

##### 6.4.2. Szerokość warstwy podbudowy

Szerokość warstwy podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż + 10 cm, - 5 cm. Na jezdniach bez krawężników szerokość warstwy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o co najmniej 25 cm lub o wartość wskazaną w Dokumentacji Projektowej.

##### 6.4.3. Równość warstwy podbudowy

Nierówności podłużne warstwy podbudowy należy mierzyć 4-metrową łata lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łata. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

##### 6.4.4. Spadki poprzeczne

Spadki poprzeczne warstwy podbudowy powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$

##### 6.4.5. Rzędne wysokościowe warstwy podbudowy

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej warstwy podbudowy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, - 2 cm.

#### **6.4.6. *Ukształtowanie osi***

Oś warstwy podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż  $\pm 5$  cm.

#### **6.4.7. *Grubość warstwy podbudowy***

Grubość warstwy podbudowy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż + 10 %, - 15 %.

#### **6.4.8. *Kontrola wyglądu zewnętrznego podbudowy***

Sprawdzenie wyglądu zewnętrznego warstw podbudowy należy wykonać przez bezpośrednie oględziny. Wygląd zewnętrzny warstwy podbudowy powinien być jednorodny tj. bez miejsc porowatych, spękanych i łuszczących się. Złącza poprzeczne technologiczne powinny być ściśle związane i równe.

### **6.5. *Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami warstwy podbudowy***

#### **6.5.1. *Niewłaściwe cechy geometryczne***

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej warstwie podbudowy stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, 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 podbudowy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

#### **6.5.2. *Niewłaściwa grubość warstwy***

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę przez zerwanie wykonanej warstwy, usunięcie materiału z rozbiórki i ponowne wykonanie warstwy o odpowiednich właściwościach i o wymaganej grubości. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, na koszt Wykonawcy.

#### **6.5.3. *Niewłaściwa wytrzymałość podbudowy***

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w ST zaleca się sprawdzenie wytrzymałości podbudowy na próbkach wyciętych z warstwy lub wykonanie

badan sprawdzajacych nośność metodą obciążeń płytowych. W przypadku stwierdzenia braku odpowiedniej wytrzymałości lub nośności warstwa zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Wymagania ogólne dotyczące obmiaru Robót**

Wymagania ogólne dotyczące obmiaru Robót podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest 1 m<sup>3</sup> warstwy podbudowy lub ulepszanego podłoża o określonej grubości i nośności z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru Robót**

Ogólne zasady odbioru Robót podano w ST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### **8.2. Rodzaje odbiorów**

Roboty związane z wykonaniem podbudowy lub ulepszanego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem podlegają odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu, który następuje na podstawie wyniki pomiarów i badań z bieżącej kontroli materiałów i robót.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

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

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

Płatność za 1 m<sup>3</sup> wykonanej podbudowy lub ulepszanego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem należy przyjmować na podstawie obmiaru i oceny jakości wykonanych Robót.

Cena jednostkowa obejmuje:

- a) przy wytwarzaniu mieszanki na miejscu:
  - prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
  - oznakowanie robót,
  - spalanie gruntu,
  - dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
  - dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z recepturą laboratoryjną
  - wymieszanie gruntu rodzimego (nawiezonego) lub ulepszanego kruszywem ze spoiwem w korycie drogi,



- zagęszczenie warstwy,
  - pielęgnację wykonanej warstwy,
  - przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w ST,
- b) przy wytwarzaniu mieszanki w mieszarkach stacjonarnych:
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
  - oznakowanie robót,
  - dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
  - dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
  - rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
  - pielęgnację wykonanej warstwy,
  - przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w ST.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

- |     |               |   |
|-----|---------------|---|
| 1.  | PN-B-04300    | Cement. Metody badań. Oznaczenie cech fizycznych.                               |
| 2.  | PN-B-04481    | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.  |
| 3.  | PN-B-06714-12 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.       |
| 4.  | PN-B-06714-15 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie składu ziarnowego.                      |
| 5.  | PN-B-06714-26 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń organicznych. |
| 6.  | PN-B.06714-28 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości siarki metodą bromową.       |
| 7.  | PN-B-06714-37 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie rozpadu krzemianowego.                  |
| 8.  | PN-B-06714-38 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie rozpadu wapniowego.                     |
| 9.  | PN-B-06714-39 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie rozpadu żelazawego.                     |
| 10. | PN.B-06714-42 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie ścieralności w bębnie Los Angeles.      |
| 11. | PN-B-19701    | Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności.         |
| 12. | PN-B-30020    | Wapno.  |
| 13. | PN-B-32250    | Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.                                  |
| 14. | PN-C-84038    | Wodorotlenek sodowy techniczny.   |
| 15. | PN-C-84127    | Chlorek wapniowy techniczny.  |
| 16. | PN-S-96011    | Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych.              |

- 17. PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
- 18. PN-S-96035 Drogi samochodowe. Popioły lotne.
- 19. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.
- 20. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
- 21. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
- 22. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
- 23. BN-70/8931-05 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika nośności gruntu jako podłoża nawierzchni podatnych
- 24. BN-73/8931-10 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego.
- 25. BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
- 26. BN-71/8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi.