

## **D.04.05.01.B. Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem**

### **1. Wstęp**

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

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem w ramach zadania inwestycyjnego „Budowa ulicy Żytnej wraz z drogą gminną Wyszaków- Sitno „ – ETAP I budowa drogi gminnej relacji Sitno – Wyszaków od km 0+000,00 do km 3 + 381,18.

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

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

#### **1.3 Zakres Robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej ST obejmują zasady prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy grubości 15 cm z gruntu stabilizowanego cementem o  $R_m = 2,5$  MPa w zakresie zgodnym z Dokumentacją Projektową.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1. Stabilizacja gruntu cementem** - proces technologiczny polegający na zmieszaniu gruntu z optymalną ilością cementu i wody, a w razie potrzeby innych dodatków ulepszających, z wyrównaniem i zagęszczeniem wytworzonej mieszanki.

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

**1.4.3.** Pozostałe określenia podane w niniejszej ST są zgodne z normami, wytycznymi i określeniami podanymi w ST DM.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 1.4.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót**

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w ST DM.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 1.5.

### **2. Materiały**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

#### **2.1. Grunty do stabilizacji cementem**

Do wykonania warstw stabilizowanych cementem za przydatne można uznać grunty, które spełniają wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla gruntów do stabilizacji.

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Wymagania	Badanie według
1.	Uziarnienie ziarn przechodzących przez sito # 40 mm, % (m/m), nie mniej niż: ziarn przechodzących przez sito # 20 mm, % (m/m), powyżej ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), powyżej cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej	100 85 50 20	PN-B-04481
2.	Granica płynności poniżej, %	40	PN-B-04481
3.	Wskaźnik plastyczności, %, poniżej	15	
4.	Wskaźnik stężenia jonów wodorowych pH	5 - 8	PN-B-

5.	zawartość części organicznych, %, poniżej	2	06714/28
6.	Zawartość siarczanów w przeliczeniu na SO <sub>3</sub> , %, poniżej	1	

Dodatkowe kryteria oceny przydatności gruntu do stabilizacji cementem; zaleca się użycie gruntów o:

- wskaźniku piaskowym od 20 do 50,
- zawartości ziarn pozostających na sicie # 2 mm - co najmniej 30%,
- zawartości ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm - nie więcej niż 15%.

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

## 2.2. Cement

Do stabilizacji gruntu należy stosować cement powszechnego użytku klasy 32,5 N spełniający wymagania PN-EN 197-1.

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 196-1, 3, 6.

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

Cement należy przechowywać w warunkach zabezpieczających go przed zawilgoceniem

## 2.3. Woda

Woda do stabilizacji gruntu i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-B-32250.

## 2.4. Dodatki ulepszające

W RAZIE KONIECZNOŚCI STOSOWAĆ DODATKI ULEPSZAJĄCE PO UZYSKANIU AKCEPTACJI INŻYNIERA:

- 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 Aprobata Techniczną wydaną przez IBDiM oraz deklarację zgodności producenta.

## 3. Sprzęt

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

Cały sprzęt powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

Do wykonania stabilizacji w mieszarkach stacjonarnych należy stosować mieszarki stacjonarne wyposażone w urządzenia wagowe dla gruntu lub kruszywa i cementu oraz objętościowe dla wody oraz sprzęt do rozkładania i zagęszczania tj:

- równiarki,
- przewoźne zbiorniki na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

## 4. Transport

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 4.

#### **4.1. Transport mieszanki**

Transport mieszanki z wytwórni do miejsca wbudowania powinien odbywać się w sposób zapobiegający rozsegregowaniu mieszanki oraz utracie wilgotności. Do transportu mieszanki należy stosować samochody samowyladowcze. Wszystkie sposoby transportu powinny być zaakceptowane przez Inżyniera.

### **5. Wykonanie Robót**

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

#### **5.1. Założenia ogólne**

Warstwa z gruntu stabilizowanego cementem nie może być wykonywana wtedy gdy temperatura powietrza spadła poniżej 5°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu.

#### **5.1. Przygotowanie podłoża**

Podłoże gruntowe pod podbudowę z gruntu stabilizowanego cementem powinno spełniać wymagania określone w ST D.04.01.01.

Warstwa podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem powinna być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową lub wg zaleceń Inżyniera z tolerancjami określonymi w niniejszej ST. Paliki i szpilki do prawidłowego ukształtowania ulepszanego podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem powinny umożliwiać naciągnięcie sznurków do wytyczania robót w odstępach nie większych niż 10 m.

#### **5.3. Przygotowanie materiałów do mieszanki**

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia badań materiałów, oraz opracowania recepty i przedstawienia do akceptacji Inżyniera w terminie 30 dni przed rozpoczęciem robót.

Recepta powinna zawierać ilości poszczególnych składników, wytrzymałość na ściskanie  $R_{28}$ , wskaźnik mrozoodporności, max. gęstość objętościową mieszanki cementowo-gruntowej oznaczonej I lub II metodą wg PN-B-04481, wilgotność optymalną oznaczoną jw.

#### **5.4. Przygotowanie mieszanki**

Przygotowanie mieszanki powinno się odbywać zgodnie z zatwierdzoną przez Inżyniera receptą laboratoryjną.

Zawartość cementu w mieszance nie może przekraczać: 8% w stosunku do masy suchego gruntu. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w p. 6.2.4, przy jak najmniejszej zawartości cementu.

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

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu stabilizowanego cementem zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 4.

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilościach określonych receptą laboratoryjną z uwzględnieniem naturalnej wilgotności gruntu. Mieszanka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody, gwarantujące tolerancje dozowania:

- grunt                    -  $\pm 3,0$  %,
- cement                 -  $\pm 0,5$  %,
- woda                    -  $\pm 1,0$  %

#### **5.5. Wbudowanie mieszanki**

Transport mieszanki z wytwórni w miejsce wbudowania powinien się odbywać przy pomocy środków transportowych samowyladowczych w sposób zabezpieczający przed segregacją i wysychaniem. Przed wbudowaniem mieszanki podłoże zwilżyć wodą. Wbudowywanie mieszanki powinno być prowadzone przy użyciu równiarki na pełną szerokość warstwy lub innym rodzajem sprzętu po uzyskaniu akceptacji Inżyniera. Na odcinkach, na których ze względu na małą szerokość i warunki ograniczające możliwość zastosowania równiarki mieszankę należy układać ręczne. Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Po wyprofilowaniu natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

## 5.6. Zagęszczanie

Do zagęszczania warstwy należy przystąpić natychmiast po jej rozłożeniu i wyprofilowaniu. Operację zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem jednej godziny od chwili dodania wody do mieszanki. Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, rozwarstwienia powinny być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Zagęszczenie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki  $W_z \geq 1,00$  według I lub II próby Proctora, przy wilgotności optymalnej z tolerancją  $\pm 1\%$ . Badanie prowadzimy bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania.

## 5.7. Pielęgnacja wykonanej warstwy

Inne sposoby pielęgnacji mogą być zastosowane przez Wykonawcę po uzyskaniu akceptacji Inżyniera.

W okresie pielęgnacji nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po wykonanej warstwie.

## 6. Kontrola jakości Robót

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 6.

### 6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przedstawić deklaracje zgodności z przedmiotowymi normami przekazane przez producentów dla materiałów niezbędnych do opracowania projektu składu mieszanki. Produkcja może być rozpoczęta po uzyskaniu od Inżyniera akceptacji materiałów i proponowanego składu mieszanki.

### 6.2. Badania w czasie robót

#### 6.2.1. Częstotliwość i zakres badań

Częstotliwość i zakres badań podano w tablicy 2

Tablica 2. Częstotliwość badań w czasie realizacji robót związanych z wykonaniem warstw gruntu stabilizowanego cementem.

Lp	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej
1.	Uziarnienie gruntu *	1
2.	Wilgotność mieszanki gruntu z cementem	1
3.	Zagęszczenie warstwy	2
4.	Wytrzymałość 7-dniowa	1 seria
5.	Mrozoodporność gruntu stabilizowanego cementem	przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych

\* próbki do badań uziarnienia gruntu pobierać z mieszanki przed dodaniem cementu

### 6.2.2. Badanie gruntu

Przy każdej zmianie rodzaju gruntu należy badać wszystkie jego właściwości określone w tablicy 1 i opracować nowy skład mieszanki.

### 6.2.3. Zagęszczenie mieszanki

Zagęszczenie mieszanki zgodne z pkt. 5.6.

### 6.2.4. Wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbkę do badań należy pobrać z miejsc wybranych losowo z warstwy przed zagęszczeniem. Próbkę w ilości 3 szt. (1 seria), należy formować i przechowywać zgodnie z normą PN-S-96012.

Wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem musi być zgodna z parametrami podanymi w tablicy 3

*Tablica 3. Wytrzymałość i mrozoodporność gruntu stabilizowanego cementem.*

Lp.	Opis	Wymagania
1	Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach (R7):	1,0÷1,6 MPa
2	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach (R28):	1,5÷2,5 MPa

### 6.2.5. Mrozoodporność warstwy gruntu

Mrozoodporność gruntu stabilizowanego cementem musi być zgodna z parametrami podanymi w tablicy 3. W przypadkach wątpliwych lub na polecenie Inżyniera należy pobrać dodatkowe próbki w celu zbadania mrozoodporności.

## 6.3. Badania i pomiary wykonanej warstwy z gruntu stabilizowanego cementem

### 6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

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

Tablica 4.

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	w 3 miejscach działki roboczej
2	Równość podłużna	w 3 miejscach działki roboczej
3	Równość poprzeczna	w 3 miejscach działki roboczej
4	Spadki poprzeczne	w 3 miejscach działki roboczej
5	Rzędne wysokościowe	co 100m oraz w przekrojach charakterystycznych wg projektu
6	Grubość ulepszanego podłoża	w 3 miejscach działki roboczej

### **6.3.2. Szerokość ulepszanego podłoża**

Szerokość ulepszanego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10cm,  
- 5cm.

### **6.3.3. Równość ulepszanego podłoża**

Nierówności podłużne ulepszanego podłoża należy mierzyć 4-metrową łata zgodnie z normą BN-68/8931-04. Nierówności poprzeczne ulepszanego podłoża należy mierzyć łata dostosowaną do jego szerokości. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

### **6.3.4. Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża**

Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$ .

### **6.3.5. Rzędne wysokościowe ulepszanego podłoża**

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej ulepszanego podłoża a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 0cm, -2 cm.

### **6.3.6. Grubość ulepszanego podłoża**

Grubość ulepszanego podłoża nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż +10% i -15%.

## **6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami ulepszanego podłoża**

### **6.4.1. Niewłaściwe cechy geometryczne**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałym wzmocnionym podłożu stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.3, 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. Nie dopuszcza się mieszania składników mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

### **6.4.2. Niewłaściwa wytrzymałość**

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w ST to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

## **7. Obmiar Robót**

Ogólne zasady obmiaru Robót podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 7.

### **7.1. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest 1m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanej warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem lub 1 m<sup>3</sup> (metr sześcienny) warstwy wyrównawczej.

## **8. Odbiór Robót**

Ogólne zasady odbioru Robót podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 8.

Odbioru warstwy dokonuje Inżynier na zasadach Robót zanikających i ulegających zakryciu określonych w ST D-M.00.00.00 „Wymagania Ogólne”. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i ST, jeżeli wszystkie badania i pomiary wg pkt. 6 niniejszej ST dały wyniki pozytywne.

## 9. Podstawa płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 9.

### 9.1. Cena jednostkowa

Cena jednostkowa wykonania obejmuje:

- oznakowanie miejsca robót,
- zakup, dostarczenie i składowanie materiałów,
- koszt niezbędnych składników produkcji,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze
- opracowanie recepty laboratoryjnej,
- wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- wbudowanie, wyprofilowanie i zagęszczenie mieszanki gruntowo-cementowej,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

## 10. Przepisy związane

### 10.1. Normy

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1. PN-EN 196-1    | Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.                                     |
| 2. PN-EN 196-3    | Metody badania cementu. Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.               |
| 3. PN-EN 196-6    | Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia mielenia.                                  |
| 4. PN-EN 197-1    | Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku. |
| 5. BN-64/8931-01  | Drogi samochodowe. Badanie wskaźnika piaskowego.                                      |
| 6. PN-B-06714/28  | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową.             |
| 7. PN-B-06714/15  | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego.                            |
| 8. PN-B-30020     | Wapno.  |
| 9. PN-B-32250     | Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.  |
| 10. PN-B-06714/12 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.             |
| 11. PN-B-04481    | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.  |
| 12. PN-C-84127    | Chlorek wapniowy techniczny.  |
| 13. PN-S-96012    | Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.   |
| 14. PN-S-96035    | Drogi samochodowe. Popioły lotne do stabilizacji gruntu.                              |
| 15. BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.                    |
| 16. BN-77/8931-12 | Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.                          |
| 17. BN-75/8931-03 | Pobieranie próbek gruntów dla celów drogowych i rodzaje badań.                        |
| 18. BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie.   |