

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA  
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D-04.05.01**

**WARSTWA WZMACNIAJĄCA  
Z MIESZANKI ZWIĄZANEJ CEMENTEM**

# 1. Wstęp

## 1.1 Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem warstwy wzmacniającej z mieszanki związanej cementem w związku z *przebudową i rozbudową ul. Magazynowej oraz budową drogi do terenów Podstrefy Piła PSSE w ramach inwestycji pn. „Przebudowa i rozbudowa ulicy Wawelskiej, budowa drogi do terenów Podstrefy Piła PSSE, drogi dojazdowej do nieruchomości po stronie wschodniej od obecnego przebiegu drogi krajowej nr 11, przebudowa i rozbudowa ul. Magazynowej” w ramach przedsięwzięcia „Rewitalizacja obszarów przemysłowych i powojkowych na terenie miasta Piły – rozwój strefy przemysłowej Piła południowo-wschodnia”.*

## 1.2 Zakres stosowania ST

Niniejsza Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument kontraktowy przy zleceniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

## 1.3 Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy z mieszanki związanej cementem wraz z pielęgnacją i obejmują:

- wykonanie warstwy wzmacniającej grubości 15 cm z mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 1,5/2,0 ( $R_m = 2,5\text{MPa}$ ) metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

## 1.4 Określenia podstawowe

**1.4.1.** Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym – mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych

**1.4.2.** Mieszanka związana cementem (CBGM) – mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu, wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki

**1.4.3.** Materiał hydrauliczny – materiał, który wiąże i twardnieje w obecności wody, tworząc stabilne i trwałe struktury

**1.4.4.** Podłoże ulepszone z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym – warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszonych zaliczamy także warstwę mrozoochronną, odcinającą i wzmacniającą.

**1.4.7.** Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

## 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 1.5.

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

# 2. Materiały

## 2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

## 2.2. Cement

Należy stosować cement klasy 32,5 według PN-EN 197-1.

Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

**Tablica 1. Wymagania dla cementu**

| Właściwości   | Klasa cementu 32,5 |
|---|--------------------|
| Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:  | 16                 |
| Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż: | 32,5               |
| Początek czasu wiązania, min., nie wcześniej niż:             | 75                 |
| Stąłość objętości, mm, nie więcej niż:                        | 10                 |

**2.3. Kruszywo**

Do wykonania mieszanki związanej cementem należy zastosować kruszywa naturalne lub sztuczne zgodne z normą PN-EN 12522.

Wymagania dla kruszywa do wykonania mieszanki związanej cementem przedstawiono w tablicy 2.

**Tablica 2. Wymagania dla kruszywa do wykonania mieszanki związanej cementem**

| Rozdział w normie PN-EN 12522                           | Właściwość   | Deklarowane kategorie lub wartości                               | Odniesienie do PN-EN 12522:2004 |
|---|--|--|---------------------------------|
| 4.3.1   | Uziarnienie wg PN-EN 933-1   | G <sub>C</sub> 80/20,<br>G <sub>F</sub> 80,<br>G <sub>A</sub> 75 | Tabl. 2                         |
| 4.3.2   | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1   | GT <sub>C</sub> NR<br>Tabl. 3                                    |                                 |
| 4.3.3   | Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1  | GT <sub>F</sub> NR,<br>GT <sub>A</sub> NR                        | Tabl. 4                         |
| 4.4   | Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3*)  | FI <sub>Deklarowane</sub>  | Tabl. 5                         |
|   | Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4*)   | SI <sub>Deklarowane</sub>  | Tabl. 6                         |
| 4.5   | Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5 | C <sub>NR</sub><br>Tabl. 7                                       |                                 |
| 4.6   | Zawartość pyłów**) w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1   | f <sub>Deklarowane</sub>   | Tabl. 8                         |
| 4.6   | Zawartość pyłów**) w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1  | f <sub>Deklarowane</sub>   | Tabl. 8                         |
| 4.7   | Jakość pyłów   | Brak wymagań   | -                               |
| 5.2   | Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2  | LA <sub>60</sub>   | Tabl. 9                         |
| 5.3   | Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1   | M <sub>DE</sub> NR   | Tabl. 11                        |
| 5.4   | Gęstość wg PN-EN 1097-6 rozdział 7,8 lub 9   | Deklarowana  | -                               |
| 5.5   | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6 rozdział 7,8 lub 9  | Deklarowana  | -                               |
| 6.2<br>Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1 | Kruszywo kam. AS 0,2   | Tabl. 12   |                                 |
| 6.3   | Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1   | Kruszywo łam. S NR   | Tabl. 13                        |
| 6.4.1   | Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie   | Deklarowana  | -                               |
| 6.4.2.1   | Stąłość objętościowa żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.3   | V <sub>5</sub>   | Tabl. 14                        |

|  |  |   |          |
|--|--|---|----------|
| 6.4.2.2  | Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.1  | Brak rozpadu  | -        |
| 6.4.2.3  | Rozpad żelazowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.2<br>Brak rozpadu   | -   |          |
| 6.4.3  | Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3   | Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów                     |          |
| 6.4.4  | Zanieczyszczenia   | Brak ciał obcych takich jak; drewno, szkło i plastik mogących pogorszyć wyrób końcowy | -        |
| 7.2<br>Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2                                    | SB <sub>LA</sub>   |   |          |
| 7.3.2  | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6 rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełnia warunku WA <sub>24</sub> 2, to należy zbadać jego mrozoodporność wg p. 7.3.3)        | WA <sub>24</sub> 2  | Tabl. 16 |
| 7.3.3  | Mrozoodporność na kruszywie frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA <sub>24</sub> 2) | - skały magmowe i przeobrażone: F 4<br>- skały osadowe: F 10                          | Tabl. 18 |
| Załącznik C pkt. C.3.4   | Skład mineralogiczny   | Deklarowany   | -        |
| **) łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w polu wyznaczonym przez krzywe graniczne |  |   |          |
| *) badaniem wzorcowym oznaczenia kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości          |  |   |          |

## 2.4. Woda

Do wytwarzania mieszanki jak i do pielęgnacji wykonanej warstwy należy stosować wodę odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną.

## 2.5. Domieszki

Domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2.

Jeżeli w mieszance mają być zastosowane środki przyspieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

## 2.6. Materiały do pielęgnacji

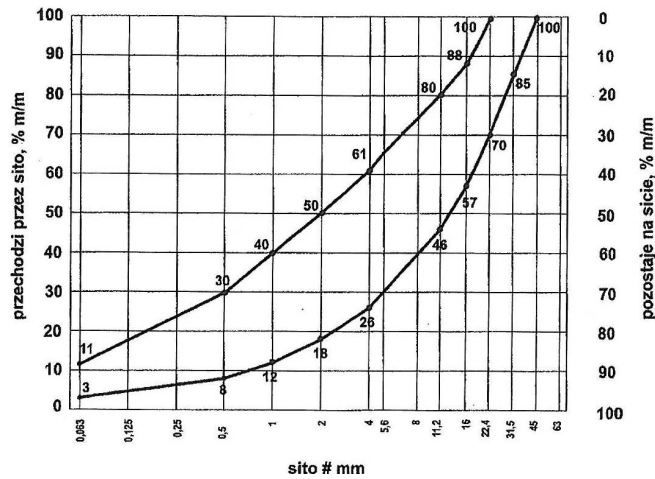
Do pielęgnacji warstwy wykonanej z mieszanki związanej cementem mogą być stosowane:

- preparaty pielęgnacyjne posiadające Aprobatę Techniczną,
- folie z tworzyw sztucznych,
- włókniny techniczne,
- piasek i woda.

## 2.7. Kruszywo stabilizowane cementem

### 2.7.1. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą wg PN-EN 933-1. Krzywa uziarnienia mieszanki powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionych na rysunku 1.



Rys. 1 Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5

### 2.7.2. Zawartość cementu

Zawartość cementu nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości przedstawionych w tablicy 3.

Tablica 3. Minimalna zawartość cementu w mieszance wg PN-EN 14227-1

| Maksymalny nominalny wymiar kruszywa, mm | Minimalna zawartość spoiwa, %<br>m/m |
|--|--------------------------------------|
| > 8,0 do 31,5                            | 3                                    |
| 2,0 do 8,0                               | 4                                    |
| < 2,0                                    | 5                                    |

Dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa niż podano w tablicy 3 jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablicy 4.

### 2.7.3. Zawartość wody

Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2.

### 2.7.4. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Próbki walcowe, zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13286-50.

Próbki należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności powyżej 95% - 100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Nasycenie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

### 2.7.5. Badanie wytrzymałości

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach walcowych przygotowanych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z pkt. 2.6.4.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji.

### 2.7.6. Badanie mrozoodporności

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_C^{Z-0}$  próbki po 28 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie  $R_C$  próbki po 28 dniach pielęgnacji zgodnie z pkt. 2.6.4.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = R_C^{Z-0}/R_C$$

Próbki do oznaczania wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 28 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% -

100% lub w wilgotnym piasku. Następnie zanurzyć należy je całkowicie na 1 dobę w wodzie, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklom zamrażania i odmrażania.

Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp.  $-23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  przez 8 godzin i odmrażania w wodzie o temp.  $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  przez 16 godz.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynika badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z^0}$ ,  $R_c$  należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1.

## 2.8 Wymagania dla mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem

Mieszanka związana cementem winna spełniać wymagania podane w tablicy 4.

Tablica 4. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem

| L.p. | Właściwość   | Wymagania                               | Uwagi  |
|------|--|---|--|
| 1.0  | Składniki  |   |  |
| 1.1  | Cement   | wg PN-EN 197-1                          | -  |
| 1.2  | Kruszywo<br>tablica 2  | -                                       |  |
| 1.3  | Woda zarobowa  | pkt. 2.4                                | -  |
| 2.0  | Mieszanka  |   |  |
| 2.1  | Uziarnienie:   | krzywe graniczne uziarnienia            |  |
|      | - mieszanka CBGM 0/31,5 mm                                       | rysunek 1                               | -  |
| 2.2  | Minimalna zawartość cementu                                      | tablica 3                               |  |
| 2.3  | Zawartość wody   | pkt. 2.7.3                              | Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2               |
| 2.4  | Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości $R_c$ | klasa C1,5/2,0 (nie więcej niż 4,0 MPa) | Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji |
| 2.5  | Mrozoodporność   | $\geq 0,6$                              | Badanie wg. pkt. 2.6.6                             |

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania robót powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórnie stacjonarne wyposażone w urządzenia wagowe dla kruszywa i cementu oraz objętościowe dla wody,
- układarki lub równiarki do rozkładania i wyprofilowania mieszanki,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,

Użyty przez Wykonawcę sprzęt mechaniczny musi być sprawny technicznie i uzyskać akceptację Inżyniera.

## 4. Transport

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

## **4.2. Transport materiałów**

Cement luzem należy przewozić cementowozami, natomiast cement workowany można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zawilgoceniem.

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i zawilgoceniem.

Woda może być dostarczana wodociągiem lub przewoźnymi zbiornikami wody,

Mieszkankę kruszywowo-spoiwową można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zanieczyszczeniem, rozsegregowaniem i wysuszeniem lub nadmiernym zawilgoceniem.

## **5. Wykonanie robót**

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

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

### **5.2. Skład mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem**

Zawartość cementu w mieszance kruszywa stabilizowanego cementem nie może być mniejsza od wartości podanych w tablicy 3.

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników.

### **5.3. Projektowanie składu mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem**

Za przygotowanie receptury odpowiada Wykonawca robót, który przedstawi ją Inżynierowi do zatwierdzenia. Receptura powinna być opracowana dla konkretnych składników, zaakceptowanych wcześniej przez Inżyniera i przy wykorzystaniu reprezentatywnych próbek.

Projekt składu mieszanki powinien być opracowany w oparciu o:

- wyniki badań kruszywa,
- wyniki badań cementu według metod określonych w PN-EN 196-1.
- wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności kruszywa stabilizowanego cementem według metod podanych w niniejszej ST.

Projekt składu mieszanki powinien zawierać:

- wymaganą zawartość cementu w mieszance,
- wymaganą zawartość wody w mieszance,
- w przypadkach wątpliwych, wyniki badania jakości wody wg PN-EN 1008.

### **5.4. Warunki przystąpienia do robót**

Warstwa z kruszywa stabilizowanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 2°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać stabilizacji cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 2°C w czasie najbliższych 7 dni.

### **5.5. Produkcja w mieszarkach stacjonarnych i ułożenie mieszanki związanej cementem**

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objętościowego dozowania wody, gwarantujące następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy poszczególnych składników:

- kruszywo  $\pm 3\%$ ,
- cement  $\pm 5\%$ ,
- woda  $\pm 2\%$  w stosunku do wilgotności optymalnej.

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. Przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy. Zagęszczenie należy przeprowadzić w sposób określony w pkt. 5.8.

### **5.6. Zagęszczanie**

Zagęszczanie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie uzgodnionym z Inżynierem.

Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi w stronę wyżej położonej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady powinny być natychmiast naprawione przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

W technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki nie mniejszego od  $I_s=1,00$  według Proctora.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych oraz wszelkich urządzeń obcych.

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

### **5.7 Spoiny robocze**

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

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 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 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 1m dla spoiny poprzecznej.

### **5.8. Pielęgnacja wykonanej warstwy**

Warstwa z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być poddana pielęgnacji polegającej na zabezpieczeniu jej powierzchni przed utratą wilgotności. Materiałami do pielęgnacji podano w pkt 2.6 niniejszej ST. Sposób pielęgnacji zaproponowany przez Wykonawcę powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu po wykonanej warstwie w okresie 7 dni po jej wykonaniu, a po tym czasie ewentualny ruch budowlany może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

### **5.9. Utrzymanie wykonanej warstwy związanej cementem**

Ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinno być utrzymywane w dobrym stanie.

Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania ulepszonego podłoża obciąża Wykonawcę robót.



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

Warstwa z mieszanki związanej cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany 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” pkt 6.

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania cementu i kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji.

### 6.3. Kontrola i badania w trakcie wykonywania robót

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy związanej cementem podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość badań i pomiarów

| Lp. | Wyszczególnienie badań                   | Częstotliwość badań                                     |   |
|-----|--|---|---|
|     |  | Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej     | Maksymalna powierzchnia podbudowy lub ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie [m <sup>2</sup> ] |
| 1   | Uziarnienie mieszanki kruszywa           | 2   | 600   |
| 2   | Wilgotność mieszanki kruszywa ze spoiwem |   |   |
| 3   | Zagęszczenie warstwy                     |   |   |
| 4   | Wytrzymałość na ściskanie                | 3   | 400   |
| 5   | Mrozoodporność                           | przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych           |   |
| 6   | Badanie spoiwa cementu                   | dla każdej dostawy                                      |   |
| 7   | Badanie wody                             | dla każdego wątpliwego źródła                           |   |
| 8   | Badanie właściwości gruntu lub kruszywa  | dla każdej partii i przy każdej zmianie źródła kruszywa |   |

#### 6.3.2. Właściwości kruszywa

Właściwości kruszywa należy określić przy każdej zmianie rodzaju kruszywa i dla każdej partii. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w tablicy 2 oraz 5 niniejszej ST.

#### 6.3.3. Właściwości cementu

Dla każdej dostawy cementu należy określić właściwości podane w tablicy 1.

#### 6.3.4. Właściwości wody

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody według PN-EN 1008.

#### 6.3.5. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Próbki do badań należy pobierać z wytwórni po wymieszaniu kruszyw, a przed podaniem cementu. Badanie należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 933-1.

Kruszywa uziarnienia mieszanki mineralnej powinna być zgodna z podaną w pkt 2.7.1.

#### 6.3.6. Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w receptcie z tolerancją +1%, -2% jej wartości.

#### 6.3.7. Zagęszczenie warstwy

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia zgodnego z Dokumentacją Projektową i pkt 5.7 niniejszej ST według normalnej próby Proctora.

#### 6.3.8. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie należy badać zgodnie z pkt. 2.7.5.

Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w tablicy 4 oraz 6.

#### 6.3.9. Mrozoodporność

Mrozoodporność należy badać zgodnie z pkt. 2.7.6.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w tablicy 4 oraz 6.

### 6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych ulepszonego podłoża

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 6

*Tablica 6 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy związanej cementem*

| 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 20 m, a na odcinkach krzywoliniowych co 10m                                 |
| 6  | Ukształtowanie osi w planie <sup>*)</sup> | co 100 m   |
| 7  | Grubość warstwy                           | w 3 punktach działki roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 600 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

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

#### 6.4.3. Równość warstwy

Nierówności podłużne ulepszonego podłoża należy mierzyć 4-metrową łata lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne ulepszonego podłoża należy mierzyć 4-metrową łata.

Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm

#### 6.4.4. Spadki poprzeczne warstwy

Spadki poprzeczne ulepszonego podłoża powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$ .

#### 6.4.5. Rzędne wysokościowe warstwy

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

#### 6.4.6. Ukształtowanie osi w planie

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

#### **6.4.7. Grubość warstwy**

Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż -1 cm +0 cm.

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

#### **6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne warstwy związanej cementem**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej warstwie 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 warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć warstwę przez zerwanie jej na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

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

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

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę 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. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, na koszt Wykonawcy.

#### **6.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość warstwy**

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w niniejszej 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.

Jednostką obmiarową jest  $m^2$  (metr kwadratowy) wykonanej warstwy wzmacniającej z mieszanki związanej cementem.

## **8. Odbiór robót**

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

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

## **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” pkt 9.

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

Cena wykonania 1  $m^2$  warstwy przy stabilizacji w mieszarkach stacjonarnych obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie prowadzonych robót,
- opracowanie recepty,

- badania kruszywa,
- zakup i dostarczenie materiałów oraz wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie sprzętu, niezbędnego do wykonania robót,
- spulchnienie gruntu,
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie przewodnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w specyfikacji technicznej,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

|                |   |
|----------------|---|
| PN-EN 197-1    | Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku  |
| PN-EN 197-2    | Cement - Część 2: Ocena zgodności   |
| PN-EN-196      | Metody badania cementu  |
| PN-EN 933-1    | Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.  |
| PN-EN 933-3    | Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości.   |
| PN-EN 933-5    | Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| PN-EN 933-9    | Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości drobnych cząstek. Badania błękitem metylowym.   |
| PN-EN 1097-2   | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie   |
| PN-EN 1097-6   | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości  |
| PN-EN 13242    | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym   |
| PN-EN 13286-2  | Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.   |
| PN-EN 13286-41 | Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.  |
| PN-EN 13286-50 | Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym.   |
| PN-EN1008-1    | Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw   |
| BN-88/6731-08  | Cement. Transport i przechowywanie  |
| BN-64/8931-01  | Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego  |
| BN-64/8931-02  | Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą   |
| BN-68/8931-04  | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką   |
| PN-S-96012     | Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem  |

### 10.2. Inne dokumenty

WT-5 2010 Wymagania techniczne. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Załącznik nr 4 do Zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010.

