

**D.04.05.02. Podbudowa z kruszywa stabilizowanego cementem****1. Wstęp****1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót budowlanych w ramach realizacji zadania: **"Zadanie I: Budowa skrzyżowania ul. Diamentowej w Lublinie z projektowanym przedłużeniem ul. Lubelskiego Lipca'80 oraz ul. Krochmalną, polegającą m.in. na budowie w ciągu ulic Krochmalna- Diamentowa obiektu inżynierskiego: estakady - nad skrzyżowaniem, przebudowie ul. Krochmalnej - od skrzyżowania z ul. Diamentową w kierunku rzeki Bystrzycy oraz w kierunku ul. Betonowej, przebudowie odcinka ul. Diamentowej - od skrzyżowania z ul. Krochmalną w kierunku wiaduktu kolejowego, wraz z odwodnieniem i oświetleniem"**.

**1.2. Zakres stosowania STWiORB**

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

**1.3. Zakres Robót objętych STWiORB**

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem zgodnie z zakresem wg Dokumentacji Projektowej.

Zakres rzeczowy obejmuje:

- wykonanie podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 3/4 grubości 15 cm – KR 4,
- wykonanie podbudowy zasadniczej z kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 8/10 grubości 18 cm – zatoka autobusowa,
- wykonanie podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 3/4 grubości 15 cm – zatoka autobusowa,
- wykonanie podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 1,5/2 grubości 15 cm – ścieżka rowerowa, chodnik, nawierzchnia z kostki kamiennej
- wykonanie podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego cementem klasy C 1,5/2 grubości 30 cm – ścieżka rowerowa, chodnik, nawierzchnia z kostki kamiennej (w miejscu przejścia przez zjazd oraz nawierzchnie przy dojazdach technicznych),

zgodnie z Dokumentacją Projektową.

**1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podstawowe podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi Polskimi Normami i z definicjami podanymi w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

**1.4.1. Kruszywo stabilizowane cementem** - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu

**1.4.2. Pozostałe określenia podstawowe** podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi Polskimi Normami i z definicjami podanymi w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

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

Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy,
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy,
- warunków organizacji ruchu,
- zabezpieczenia chodników i jezdni,

podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

**1.6. Wspólny Słownik Zamówień (CPV)**

Kody grup, klas i kategorii robót Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) dotyczących przedmiotu zamówienia podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

## 2. Materiały

### 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Warunki ogólne stosowania materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

Mieszanka związana cementem powinna spełniać wymagania PN-EN 14227-1.

### 2.2. Kruszywo

Należy zastosować kruszywa naturalne zgodne z normą PN-EN 12620.

Wymagania dla kruszywa do warstwy podbudowy z mieszanki związanej cementem przedstawiono w tablicy 1.

**Tablica 1.** Wymagania dla kruszywa do podbudowy z mieszanki związanej cementem

| Rozdział/punkt w normie PN-EN 12620 | Właściwość  | Deklarowane kategorie lub wartości                             |  | Odniesienie do PN-EN 12620 |
|-------------------------------------|---|--|--|----------------------------|
|                                     |   | podbudowa pomocnicza   | podbudowa zasadnicza   |                            |
| 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 | G <sub>C</sub> 80/20<br>G <sub>F</sub> 80<br>G <sub>A</sub> 75 | Tablica 2                  |
| 4.3.2                               | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1  | GT <sub>C</sub> NR   | GT <sub>C</sub> NR   | Tablica 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                       | GT <sub>F</sub> NR<br>GT <sub>A</sub> NR                       | Tablica 4                  |
| 4.4                                 | Kształt kruszyw grubego – maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3*)  | FI <sub>Deklarowana</sub>                                      | FI <sub>50</sub>   | Tablica 5                  |
|                                     | Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4*)  | SI <sub>Deklarowana</sub>                                      | SI <sub>50</sub>   | Tablica 6                  |
| 4.5                                 | Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchniach przekuszonych lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5 | C <sub>NR</sub>  | C <sub>NR</sub>  | Tablica 7                  |
| 4.6                                 | Zawartość pyłów**) w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1  | f <sub>deklarowana</sub>                                       | f <sub>deklarowana</sub>                                       | Tablica 8                  |
| 4.6                                 | Zawartość pyłów**) w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1   | f <sub>deklarowana</sub>                                       | f <sub>deklarowana</sub>                                       | Tablica 8                  |
| 4.7                                 | Jakość pyłów  | Brak wymagań   | Brak wymagań   | -                          |
| 5.2                                 | Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2   | LA <sub>60</sub>   | LA <sub>50</sub>   | Tablica 9                  |
| 5.3                                 | Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1  | M <sub>DE</sub> NR   | M <sub>DE</sub> NR   | Tablica 11                 |
| 5.4                                 | Gęstość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9   | Deklarowana  | Deklarowana  | -                          |
| 5.5                                 | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9  | Deklarowana  | Deklarowana  | -                          |
| 6.2                                 | Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1  | kruszywo kamienne AS <sub>0,2</sub>                            | kruszywo kamienne AS <sub>0,2</sub>                            | Tablica 12                 |
| 6.3                                 | Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1  | kruszywo kamienne SNR  | kruszywo kamienne SNR  | Tablica 13                 |
| 6.4.1                               | Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie  | Deklarowana  | Deklarowana  | -                          |
| 6.4.2.1                             | Stożność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.3  | V <sub>5</sub>   | V <sub>5</sub>   | Tablica 14                 |

|                          |   |  |  |            |
|--------------------------|---|--|--|------------|
| 6.4.2.2                  | Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1   | Brak rozpadu   | Brak rozpadu   | -          |
| 6.4.2.3                  | Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1, p. 19.2   | Brak rozpadu   | Brak rozpadu   | -          |
| 6.4.3                    | Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3  | Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów                    | Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów                    |            |
| 6.4.4                    | Zanieczyszczenia  | Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy | Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy | -          |
| 7.2                      | Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2  | SB <sub>LA</sub>   | SB <sub>LA</sub>   |            |
| 7.3.2                    | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku WA <sub>242</sub> , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p. 7.3.3 tablicy 1) | WA <sub>242</sub>  | WA <sub>242</sub>  | Tablica 16 |
| 7.3.3                    | Mrozoodporność na kruszywa frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA <sub>242</sub> )     | - skały magmowe i przeobrażone: F <sub>4</sub><br>- skały osadowe: F <sub>10</sub>   | F <sub>4</sub>   | Tablica 18 |
| Załącznik C, punkt C.3.4 | Skład mineralogiczny  | Deklarowany  | Deklarowany  | -          |

\*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

\*\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w krzywych granicznych

### 2.3. Spoiwo

Jako spoiwo należy zastosować cement odpowiadający normie PN-EN 197-1.

### 2.4. Woda zarobowa

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008.

### 2.5. Domieszki

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

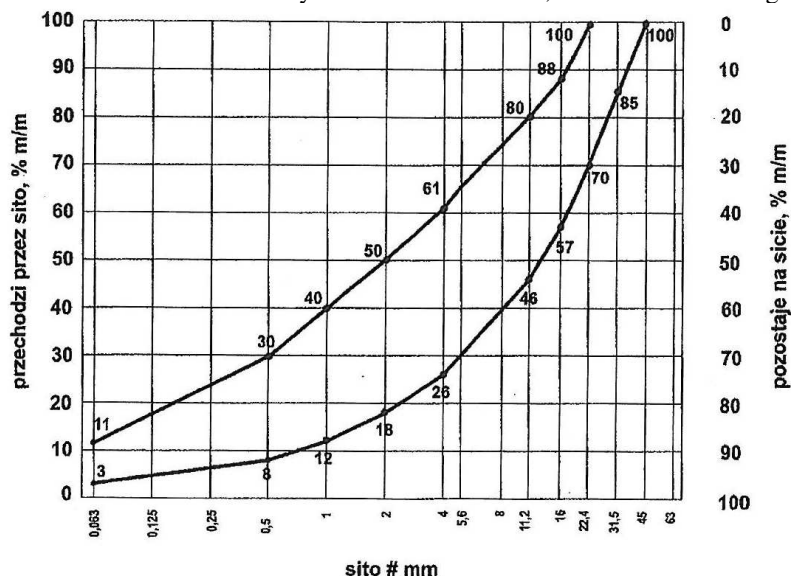
Jeśli w mieszance mają być zastosowane środki przyspieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

### 2.6. Kruszywo stabilizowane cementem

#### 2.6.1. 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

**Rysunek 1.** Krzywe graniczne dla mieszanki kruszywa o uziarnieniu 0/31,5 mm stabilizowanego cementem**2.6.2. Zawartość spoiwa**

Zawartość spoiwa nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości przedstawionych w tabelicy 2.

**Tabela 2.** Minimalna zawartość spoiwa w mieszance wg PN-EN 14227-1

| Maksymalny nominalny wymiar kruszywa, mm | Minimalna zawartość spoiwa, % 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 tabelicy 2 jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tabelicy 3.

**2.6.3. Zawartość wody**

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

**2.6.4. 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. Nasylenie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

**2.6.5. 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 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z 2.6.4. Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji.

**2.6.6. Badanie mrozoodporności**

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_{C^{Z-O}}$  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 2.6.4.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = R_{C^{Z-O}}/R_C$$

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 cyklowi 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. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie  $R_{CZ}$ ,  $R_C$  należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1.

## 2.7 Wymagania dla mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem

Mieszanka do warstwy ulepszonego podłoża powinna spełniać wymagania tablicy 3.

**Tablica 3a.** Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy pomocniczej

| L.p. | Właściwość   | Wymagania                                  |  | Uwagi  |
|------|--|--|--|--|
|      |  | KR1  | KR4                                    |  |
| 1.0  | Składniki  |  |  |  |
| 1.1  | Cement   | wg. PN-EN 197-1                            | wg. PN-EN 197-1                        | -  |
| 1.2  | Kruszywo   | tablica 1                                  | tablica 1                              | -  |
| 1.3  | Woda zarobowa  | pkt. 2.4                                   | 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 2                                  | tablica 2                              | -  |
| 2.3  | Zawartość wody   | pkt. 2.6.3                                 | pkt. 2.6.3                             | Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2               |
| 2.4  | Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości $R_C$ | klasa C1,5/2,0<br>(nie więcej niż 4,0 MPa) | klasa C3/4<br>(nie więcej niż 6,0 MPa) | Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji |
| 2.5. | Mrozoodporność   | $\geq 0,6$                                 | $\geq 0,6$                             |  |

**Tablica 3b.** Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy zasadniczej

| L.p. | Właściwość   | Wymagania                             | Uwagi  |
|------|--|---------------------------------------|--|
|      |  | KR4                                   |  |
| 1.0  | Składniki  |                                       |  |
| 1.1  | Cement   | wg. PN-EN 197-1                       | -  |
| 1.2  | Kruszywo   | tablica 1                             | -  |
| 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 2                             |  |
| 2.3  | Zawartość wody   | pkt. 2.6.3                            | Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2               |
| 2.4  | Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości $R_C$ | klasa C8/10 (nie więcej niż 20,0 MPa) | Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji |
| 2.5  | Mrozoodporność   | $\geq 0,7$                            | Badania wg. p.1.2.8. WT-5                          |

## 3. Sprzęt

### 3.1. Ogólne zasady stosowania sprzętu

Ogólne zasady stosowania sprzętu podano w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 3.2. Sprzęt przy zastosowaniu mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Do wykonania warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem, należy stosować:

- wytwórnie stacjonarne wyposażone w urządzenia wagowe dla kruszywa i cementu oraz objętościowe dla wody,
- układarki lub równiarki do rozkładania i wyprofilowania warstwy,

- walce gładkie, wibracyjne lub ogumione do zagęszczania,
- w miejscach trudno dostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne,
- inny sprzęt zaakceptowany przez Inżyniera.

#### **4. Transport**

##### **4.1. Warunki ogólne transportu**

Ogólne zasady transportu podano w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

##### **4.2. Transport kruszywa**

Kruszywo może być przewożone dowolnymi środkami transportowymi, gwarantującymi zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem.

##### **4.3. Transport cementu**

Transport cementu powinien odbywać się z zastosowaniem cementowozów w czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu.

##### **4.4. Transport wody**

Woda może być dostarczana wodociągiem lub cysternami.

##### **4.5. Transport mieszanki z wytwórni stacjonarnej**

Transport mieszanki z wytwórni do miejsca wbudowania powinien odbywać się w sposób zapobiegający rozsegregowaniu mieszanki oraz utracie wilgotności. Do transportu mieszanki należy stosować samochody samowyładowcze o konstrukcji i ładowności dostosowanej do bezpośredniego wyładunku mieszanki do układarki.

#### **5. Wykonanie robót**

##### **5.1. Ogólne warunki wykonywania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

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

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

Zawartość cementu w mieszance kruszywa stabilizowanego cementem nie może być mniejsza od wartości podanych w tablicy 2.

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**

Na co najmniej 30 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien dostarczyć Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki oraz próbki kruszywa i cementu pobrane w obecności Inżyniera.

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 STWiORB.

Projekt składu mieszanki powinien zawierać:

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

##### **5.4. Grubość warstwy**

Grubość warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być zgodna z ustaleniami Dokumentacji Projektowej.

##### **5.5. Warunki atmosferyczne**

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

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

### 5.6. Przygotowanie podłoża

Kruszywo stabilizowane cementem należy układać na warstwie wyprofilowanego i zagęszczonego podłoża zgodnie z STWiORB D 04.01.02.

### 5.7. Wykonanie warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w receptie laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objęściowego 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.

### 5.8. 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 przesuwając 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 przypadku 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 1,00 (1,03 dla dróg o kategorii ruchu KR 4 oraz zatok autobusowych) według Proctora. Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych, oraz wszelkich urządzeń obcych.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie 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.

### 5.9. 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 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.

### 5.10. Pielęgnacja warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem

Warstwa z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być poddana pielęgnacji polegającej na zabezpieczeniu jej powierzchni przed utratą wilgotności. 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.

## 6. Kontrola jakości robót

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB DM 00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 6.2. Właściwości kruszywa stabilizowanego cementem

Właściwości kruszywa stabilizowanego cementem powinny być zgodne z wymaganiami pkt. 2.

### 6.3. Częstotliwość i zakres badań kontrolnych

Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy wykonywaniu warstw z kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 4.

**Tablica 4.** Częstotliwość badań przy wykonywaniu warstw z kruszywa stabilizowanego cementem

| Lp. | Wyszczególnienie badań                           | Częstotliwość badań                                |   |
|-----|--|--|---|
|     |  | Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej | Maksymalna powierzchnia warstwy ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie [m <sup>2</sup> ] |
| 1.  | Uziarnienie kruszywa                             | 2  | 2000  |
| 2.  | Wilgotność mieszanki kruszywa z cementem         |  |   |
| 3.  | Zagęszczenie warstwy                             |  |   |
| 4.  | Wytrzymałość                                     | 3  | 2000  |
| 5.  | Mrozoodporność kruszywa stabilizowanego cementem | Przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych      |   |
| 6.  | Badania cementu                                  | Dla każdej dostawy                                 |   |
| 7.  | Badania wody                                     | Dla każdego wątpliwego źródła                      |   |
| 8.  | Szczegółowe badania kruszywa                     | Przy każdej zmianie źródła kruszywa                |   |

**6.4. Badania i pomiary wykonanej warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem**

Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy podano w tablicy 5.

**Tablica 5.** Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy ulepszonego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów         | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów   |
|-----|---|--|
| 1.  | Grubość warstwy                           | Podczas budowy:<br>W trzech punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m <sup>2</sup><br>Przed odbiorem:<br>W trzech punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m <sup>2</sup> |
| 2.  | Szerokość warstwy                         | co 100 m   |
| 3.  | Równość podłużna                          | W sposób ciągły planografem albo, co 20 m łatą na każdym pasie ruchu   |
| 4.  | Równość poprzeczna                        | co 100 m   |
| 5.  | Spadki poprzeczne <sup>1)</sup>           | co 100 m   |
| 6.  | Rzędne wysokościowe                       | co 20 m na prostych i co 10 m na odcinkach krzywoliniowych   |
| 7.  | Ukształtowanie osi w planie <sup>1)</sup> | co 100 m   |

1) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych: na początku, w środku i na końcu każdego łuku poziomego.

**6.5. Wymagania dotyczące cech geometrycznych****6.5.1. Równość warstwy podbudowy**

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem w osi każdego pasa ruchu zgodnie z BN-68/8931-04 z częstotliwością podaną w tablicy 5. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą z częstotliwością podaną w tablicy 5. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

**6.5.2. Spadki poprzeczne warstwy podbudowy**

Spadki poprzeczne należy mierzyć za pomocą 4-metrowej łaty i poziomicy z częstotliwością podaną w tablicy 5. Spadki poprzeczne warstwy podbudowy powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$ .

**6.5.3. Rzędne warstwy podbudowy**

Rzędne należy sprawdzać w osi jezdni i na jej krawędziach z częstotliwością podaną w tablicy 5. Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +0 cm - 2cm.

**6.5.4. Ukształtowanie osi warstwy podbudowy**

Ukształtowanie osi warstwy podbudowy należy sprawdzać w punktach głównych trasy i w innych punktach z częstotliwością podaną w tablicy 5.

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



**6.5.5. Szerokość warstwy podbudowy**

Szerokość warstwy podbudowy należy sprawdzać z częstotliwością podaną w tablicy 5. Szerokość warstwy podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10cm i -5cm.

**6.5.6. Wymagania dotyczące grubości warstwy**

Grubość warstwy należy mierzyć, przez wykonanie otworów na całą jej głębokość, w odległości, co najmniej 0,5m od krawędzi, natychmiast po zagęszczeniu warstwy, z częstotliwością podaną w tablicy 5.

Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości warstwy podbudowy nie powinny przekraczać  $\pm 1$  cm.

**6.6. Roboty nie spełniające wymagań**

Postępowanie z robotami niespełniającymi wymagań określono w STWiORB DM.00.00.00.

**7. Obmiar robót****7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonanej i odebranej warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem wraz z wszystkimi robotami towarzyszącymi zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Obmiar nie powinien obejmować dodatkowych powierzchni niewykazanych w Dokumentacji Projektowej z wyjątkiem powierzchni zaakceptowanych przez Inżyniera na piśmie. Nadmierna grubość lub nadmierna powierzchnia warstwy w stosunku do Dokumentacji Projektowej wykonana bez pisemnego upoważnienia Inżyniera nie może stanowić podstawy do roszczeń o dodatkową zapłatę.

**8. Odbiór Robót****8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Roboty podlegające odbiorowi według zasad określonych w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

**8.2. Dokumenty do odbioru robót**

Do odbioru częściowego lub końcowego robót należy przedłożyć odbierającemu dokumenty zgodne z STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**9. Podstawa płatności****9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Płaci się za jeden metr kwadratowy ( $m^2$ ) wykonanej i odebranej podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem o odpowiedniej grubości po dokonaniu odbioru robót wg punktu 8.

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- prace pomiarowe,
- przeprowadzenie badań laboratoryjnych stosowanych materiałów i opracowanie recepty na mieszankę,
- zastosowanie materiałów pomocniczych koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót;
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych materiałów,
- dostarczenie składników i wyprodukowanie mieszanki na podstawie zatwierdzonej recepty, rozłożenie i wyprofilowanie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wykonanej warstwy,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, badań i sprawdzeń,
- uporządkowanie terenu robót; wywóz odpadów na wysypisko wraz z kosztami utylizacji lub na miejsce przystosowane do składowania poza terenem budowy,
- oznakowanie robót i jego utrzymanie,
- wykonanie inwentaryzacji warstwy ulepszanego podłoża.

**10.Przepisy związane****10.1.Normy**

|                |   |
|----------------|---|
| PN-EN 933-1    | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.  |
| PN-EN 933-3    | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości.  |
| PN-EN 933-4    | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu.  |
| PN-EN 933-5    | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych.           |
| PN-EN 933-6    | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena właściwości powierzchni. Wskaźnik przepływu kruszyw.  |
| PN-EN 1097-2   | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.  |
| PN-EN 1097-1   | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie.   |
| PN-EN 1097-6   | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości.  |
| PN-EN 1744-1   | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna  |
| PN-EN 1744-3   | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw.  |
| PN-EN 1367-3   | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania.                           |
| PN-EN 1367-1   | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Oznaczenie mrozoodporności.  |
| PN-EN 197-1    | Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.   |
| PN-EN 1008     | Woda zarobowa do betonu.  |
| PN-EN 934-2    | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.  |
| PN-EN 14227-1  | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Mieszanki związane cementem.  |
| PN-EN 13286-2  | Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora.                              |
| PN-EN 13286-50 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym. |
| PN-EN 13286-41 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.                              |
| BN-68/8931-04  | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.  |

**10.2. Inne dokumenty**

1. WT-5 2010. Wymagania techniczne. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Załącznik nr 4 do Zarządzenia nr 10 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010.