

# SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

## D.04.05.01

### PODBUDOWA BETONOWA Z MIESZANKI ZWIĄZANEJ CEMENTEM

#### 1. WSTĘP

##### 1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy z mieszanki związanej cementem w ramach:

**Remont drogi wojewódzkiej nr 310 w m. Czempień ul. Śremska od km 6+092 do km 6+846  
oraz Chaławy-Pucółowo od km 11+775 do km 16+650, długości łącznej 5+629 km**

##### 1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

##### 1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem warstwy podbudowy z mieszanki związanej cementem i obejmują:

- warstwy podbudowy z mieszanki związanej cementem, beton klasy C 3/4 grubości 10,0 cm – chodnik,
- warstwy podbudowy z mieszanki związanej cementem, beton klasy C 5/6 grubości 15,0 cm – zjazdy,
- wzmocnienia podłoża – ułożenie warstwy z mieszanek związanych cementem C 3/4 grubości 15,0 cm – remont jezdni,
- wzmocnienia podłoża – ułożenie warstwy z mieszanek związanych cementem C 3/4 grubości 10,0 cm – zjazdy.

##### 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, wymieszana 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 ulepszonego zaliczamy także warstwę mrozochronną, odcinającą i wzmacniającą.

**1.4.5.** Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym – warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża.

**1.4.6.** Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym – warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na warstwę podbudowy pomocniczej lub podłoża

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

##### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

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 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 2.2. Kruszywo

Do wykonania mieszanki związanej cementem należy stosować kruszywa zgodnie z normą PN-EN 12522.

Do wykonania mieszanki związanej cementem można stosować kruszywo naturalne, sztuczne lub z recyklingu albo mieszankę tych kruszyw, spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Wymagania wobec ulepszonego podłoża z kruszywa z mieszanek związanych cementem przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do mieszanki związanej cementem

| Rozdział w normie PN-EN 12522 | Właściwość   | Deklarowane kategorie lub wartości  | Odniesienie do PN-EN 12522:2004 |
|-------------------------------|--|---|---------------------------------|
|                               |  | w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:  |                                 |
|                               |  | ulepszonego podłoża – wszystkie kategorie ruchu (KR1÷KR6)   |                                 |
| 4.1                           | Fracje/zestaw sit #  | 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)<br>Wszystkie frakcje dozwolone | Tabl. 1                         |
| 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  | 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>50</sub>  | Tabl. 5                         |
|                               | Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4*)   | SI <sub>50</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>   | 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>50</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                           | Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1   | – Kruszywo kam. AS 0,2  | Tabl. 12                        |

|  |  |  |          |
|--|--|--|----------|
|  |  | – Żużel kawałkowy wielkopiecowy AS 1,0   |          |
| 6.3  | Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1   | – Kruszywo łam. S NR<br>– Żużel kawałkowy wielkopiecowy S 2  | Tabl. 13 |
| 6.4.1  | Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie   | Deklarowana  |          |
| 6.4.2.1  | Stołość objętościowa żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.3   | V <sub>5</sub>   | Tab. 14  |
| 6.4.2.2  | Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.1   | Brak rozpadu   |          |
| 6.4.2.3  | Rozpad żelazowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.2  | 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  | 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) | F <sub>4</sub>   | Tabl. 18 |
| ZałącznikC pkt. C.3.4  | Skład mineralogiczny   | Deklarowany  |          |
| ZałącznikC pkt. C.3.4  | Istotne cechy środowiskowe   | Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów |          |
| *) badaniem wzorcowym oznaczenia kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości          |  |  |          |
| **) łączna zawartość pyłów w mieszanke powinna się mieścić w polu wyznaczonym przez krzywe graniczne |  |  |          |

### 2.3. Cement

Należy stosować cement klasy 32.5 portlandzki wg PN-EN 197-1: 2012 o właściwościach:

- wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach- nie mniej niż 16 MPa,
- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach ≤ 52,5 MPa, ≥ 32,5 MPa
- początek wiązania - najwcześniej po upływie 75 minut,
- stołość objętości nie więcej niż 10 mm

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 197-2:2012.

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

### 2.4. Woda

Do wytwarzania mieszanki jak i do pielęgnacji wykonanej podbudowy należy stosować wodę odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. W przypadku poboru wody z innego źródła należy przeprowadzić kontrolę zgodnie z PN-EN-1008.

## **2.5. Dodatki**

Zastosowanie wielkopiecowego mielonego żużla granulowanego jest możliwe pod warunkiem, że odpowiada on wymaganiom europejskiej lub krajowej Aprobaty Technicznej. Składnik ten powinien zostać uwzględniony w projekcie mieszanki.

## **2.6. 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.

## **2.7. Materiały do pielęgnacji**

Do pielęgnacji warstw wykonanych z mieszanek związanych cementem mogą być stosowane:

- emulsja asfaltowa,
- preparaty pielęgnacyjne posiadające Aprobatę Techniczną,
- folie z tworzyw sztucznych,
- włóknina techniczna,
- piasek i woda.

# **3. SPRZĘT**

## **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

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

## **3.2. Sprzęt do wykonywania podbudowy**

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy z mieszanki związanej cementem, powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórni stacjonarnej lub mobilnej do wytwarzania mieszanki związanej cementem,
- przewoźnych zbiorników na wodę,
- układarek albo równiarek do rozkładania mieszanki,
- walców wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania lub płyty wibracyjne,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudno dostępnych.

## **3.3. Wytwórnia betonów**

Betoniarnia nie może zakłócać warunków ochrony środowiska tj. powodować zapylenia terenu, zanieczyszczać wód i wywoływać hałas powyżej dopuszczalnych norm.

Wydajność betoniarni musi zapewnić zapotrzebowanie dla danej budowy. Betoniarnia musi posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytworzonej mieszanki.

Wytwórnia powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania wszystkich składników, gwarantujące następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy poszczególnych składników: kruszywo  $\pm 3\%$ , pozostałe składniki  $\pm 2\%$ . Inżynier może dopuścić objętościowe dozowanie wody (objętościomierz przepływowy).

Zabrania się stosowania betoniarek wolno spadowych.

Wybór urządzeń do zagęszczania pozostawia się Wykonawcy w zależności od jego możliwości i warunków terenowych - szerokości zagęszczanej warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy.

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-00.00.00 „Wymagania ogólne”

## **4.2. Transport kruszywa**

Transport kruszywa do wytwórni może odbywać się dowolnymi środkami transportu, zabezpieczającymi kruszywo przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi asortymentami.

## **4.3. Transport cementu**

Transport cementu musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Transport cementu do wytwórni betonów – luzem odbywa się w cysternach przystosowanych do przewozu produktów sypkich. Cement workowany można przewozić dowolnymi środkami transportu.

## **4.4. Transport mieszanki**

Transport mieszanki odbywać się musi samochodami samowyladowczymi.

Samochody powinny charakteryzować się dużą pojemnością tj. 10 ton.

Czas transportu mieszanki nie może przekraczać jednej godziny przy temp. poniżej +15°C i 20 minut przy temp. otoczenia od 15°C do 30°C.

Środki transportu powinny umożliwiać przewóz mieszanki betonowej do miejsca jej wbudowania bez zmiany konsystencji, segregacji składników, zanieczyszczenia mieszanki i przed rozpoczęciem twardnienia. Mieszanka betonowa w czasie transportu powinna być chroniona od wpływów atmosferycznych takich jak: opady, nasłonecznienie, wiatry. Przy braku osłon w konstrukcji środków transportowych należy stosować przykrycia (folia, brezent).

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

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

### 5.2. Projektowanie mieszanki

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.

Receptura powinna być opracowana w oparciu o następujące źródła:

- wytyczne niniejszej specyfikacji,
- WT-5 2010

Odpowiednie uziarnienie mieszanki winno być zgodne z rys. 1.1 do rys. 1.4 wg WT-5 2010 - Wymagania Techniczne.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-EN 13286-2, z tolerancją +10%, -20% jej wartości.

Skład mieszanki projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek (System I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych  $H/D=1$ .

Wytrzymałość na ściskanie powinna być wyznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji. Dopuszcza się dodatkowo określić wytrzymałości na ściskanie po 7 lub 14 dniach o wymaganiach odpowiednich dla wytrzymałości po 28 dniach na podstawie receptury.

Mieszanki związane cementem winny spełniać wymagania zapisane odpowiednio w tablicach 2, 3, 4.

**Tablica 2.** Klasa wytrzymałości wg PN-EN 14227-1

| Kolumna  | 1   | 2                           | 3                    |
|--|---|-----------------------------|----------------------|
| Wiersz   | Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa |                             | Klasa wytrzymałości  |
|  | Wytrzymałość charakterystyczna Rc           |                             |                      |
|  | Próbki walcowe H/D*)=2,0                    | Próbki walcowe H/D*)=1,0**) |                      |
| 1  | Brak wymagań                                |                             | C <sub>0</sub>       |
| 2  | 1,5   | 2,0                         | C <sub>1,5/2,0</sub> |
| 3  | 3,0   | 4,0                         | C <sub>3/4</sub>     |
| 4  | 5,0   | 6,0                         | C <sub>5/6</sub>     |
| 5  | 8,0   | 10,0                        | C <sub>8/10</sub>    |
| 6  | 12  | 15                          | C <sub>12/15</sub>   |
| 7  | 16  | 20                          | C <sub>16/20</sub>   |
| 8  | 20  | 25                          | C <sub>20/25</sub>   |
| *) H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki |   |                             |                      |
| **) H/D = 0.8 do 1.21                          |   |                             |                      |

**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                                    |

**Tablica 4.** Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy zasadniczej

| Lp. | Właściwość  | WYMAGANIA                            |                                       |  | Uwagi  |
|-----|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
|     |   | KR1÷KR2                              | KR3÷KR4                               | KR5÷KR6                                |  |
| 1.0 | SKŁADNIKI   |                                      |                                       |  |  |
| 1.1 | Cement  | wg PN-EN 197-1                       |                                       |  |  |
| 1.2 | Kruszywo  | Tablica 1                            |                                       |  |  |
| 1.3 | Woda zarobowa   | wg PN-EN 1108                        |                                       |  |  |
| 1.4 | Dodatki   | wg Aprobaty Technicznej              |                                       |  |  |
| 2.0 | MIESZANKA   |                                      |                                       |  |  |
| 2.1 | Uziarnienie   | Krzywe graniczne uziarnienia         |                                       |  |  |
|     | - mieszanka CBGM 0/8mm  |                                      | -                                     | -                                      |  |
|     | - mieszanka CBGM 0/11,2mm   | rys.1.4                              |                                       |  |  |
|     | - mieszanka CBGM 0/16mm   | rys.1.3                              |                                       |  |  |
|     | - mieszanka CBGM 0/22,4mm   | rys.1.2                              |                                       |  |  |
|     | - mieszanka CBGM 0/31,5mm   | rys.1.1                              |                                       |  |  |
| 2.2 | Minimalna zawartość cementu   | Tablica 3                            |                                       |  |  |
| 2.3 | Zawartość wody  | wg projektu                          |                                       |  | Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2               |
| 2.4 | Wytrzymałość na ściskanie (System I) – klasa wytrzymałości Rc, wg tablicy 2 | klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa) | klasa C 5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) | klasa C 8/10 (nie więcej niż 20,0 MPa) | Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji |
| 2.5 | Mrozoodporność  | ≥ 0,7                                |                                       |  | Określany po 14 cyklach                            |

### 5.3. Warunki przystąpienia do robót

Podbudowa z mieszanki związanej cementem może być wykonywana przy temperaturze otoczenia powyżej 5°C lecz nie wyższej niż 25°C oraz jeżeli prognozy meteorologiczne nie przewidują w czasie najbliższych 7 dni temperatury poniżej 5°C i nie występują opady deszczu oraz gdy podłoże nie jest zamarznięte. Produkcja może odbywać się jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej, zatwierdzonej przez Inżyniera. Wykonawca musi posiadać na budowie własne laboratorium lub też za zgodą Inżyniera zlecić nadzór niezależnemu laboratorium. Inżynier będzie dysponował własnym laboratorium lub też będzie korzystał z laboratorium Wykonawcy, uczestnicząc w badaniach.

### 5.4. Przygotowanie podłoża

Podłoże powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w odpowiedniej ST. Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania wzmocnienia podłoża powinny być wcześniej przygotowane. 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 związanej cementem ma być układana w prowadnicach, to po jej wytyczeniu 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, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

### 5.5. Produkcja i ułożenie mieszanki związanej cementem

**5.5.1.** Produkcja może zostać rozpoczęta na wniosek Wykonawcy, po wyrażeniu zgody przez Inżyniera. Roboczy skład mieszanki przygotowuje Wykonawca, opracowując go na bazie receptury laboratoryjnej. Służy ona do zaprogramowania lub nastawienia ważenia kruszywa oraz cementu i wody. Skład mieszanki należy umieścić na tablicy w widocznym miejscu dla operatora i Inżyniera. Mieszanie składników mieszanki związanej cementem o ściśle określonym składzie zawartym w receptce laboratoryjnej należy wytwarzać w mieszarkach zapewniających ciągłość produkcji i gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki.

**5.5.2.** Transport mieszanki na miejsce wbudowania odbywać się będzie samochodami samowyladowczymi o dużej pojemności, tj. minimum 10 ton. Czas od kontaktu cementu i wody do zakończenia zagęszczenia nie może przekroczyć 120 min.

Za zgodą Inżyniera czas ten można wydłużyć pod warunkiem uzyskania zatwierdzenia recepty z domieszkami opóźniającymi początek wiązania cementu w ilości odpowiedniej do wydłużenia czasu.

**5.5.3.** Grubość układania mieszanki powinna zapewnić otrzymanie wymaganej w Dokumentacji Projektowej grubości po zagęszczeniu.

Przed ułożeniem mieszanki podłoże należy zwilżyć wodą.

Warstwa układana będzie w prowadnicach i przed zagęszczeniem powinna być wyprofilowana i dokładnie wyrównana do wymaganych projektem pochyłeń poprzecznych i podłużnych.

Prowadnice powinny być ustawione stabilnie w sposób wykluczający ich przesuwanie pod wpływem działania maszyn użytych do wykonania i zagęszczenia warstwy.

Złącza poprzeczne, wynikające z początku lub końca dziennej działki roboczej należy wykonać przez równe pionowe odcięcie.

## **5.6. Zagęszczanie**

Zagęszczanie ułożonej mieszanki powinno być rozpoczęte nie później niż przed upływem 30 min. w temperaturze otoczenia powyżej 20°C, a w temperaturze otoczenia niższej niż 20°C – nie później niż przed upływem 60 min., licząc od chwili dodania wody do mieszanki.

Zagęszczenie należy przeprowadzić zawsze od krawędzi najniższej do najwyższej, dla danego przekroju poprzecznego.

Wszelkie manewry walca należy przeprowadzać płynnie, między innymi rozpoczęcie i zakończenie przejazdu, zmiana kierunku przejazdu nie może powodować szarpnięć.

Wskaźnik zagęszczenia mieszanki powinien wynosić  $I_s = 1,00$ , określony zgodnie z normą BN-77/8931-12.

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

Zagęszczenie powinno być zakończone przed rozpoczęciem czasu wiązania cementu.

Wilgotność mieszanki podczas zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej z tolerancją  $\pm 2\%$  jej wartości.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanе 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. Nacinanie szczelin**

W początkowej fazie twardnienia mieszanki związanej cementem zaleca się wycięcie szczelin pozornych na głębokość około 1/3 jej grubości. Szerokość naciętych szczelin pozornych powinna wynosić od 3 do 5 mm. Szczeliny te należy wyciąć tak, aby cała powierzchnia podbudowy była podzielona na kwadratowe lub prostokątne płyty. Stosunek długości płyt do ich szerokości powinien być nie większy niż od 1,5 do 1,0.

Po nacięciu szczeliny wypełniamy masą zalewową.

Alternatywnie można ułożyć na podbudowie warstwę antyspękania w postaci:

- membrany z polimeroasfaltu posiadającą Aprobata Techniczną,
- geowłókniny o odpowiedniej gęstości, wytrzymałości, grubości i współczynniku wodoprzepuszczalności poziomej i pionowej,
- warstwy kruszywa od 8 do 12 cm o odpowiednio dobranym uziarnieniu.

## **5.8. Pielęgnacja podbudowy**

Podbudowa z mieszanki związanej cementem powinna być natychmiast po zagęszczeniu poddana pielęgnacji. Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z podanych sposobów:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową 0,5÷1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- skropienie preparatami powłokotwórczymi, posiadającymi aprobatę techniczną, w ilościach ustalonych w ST, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą co najmniej 7 dni, przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego ułożoną na zakład co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni podbudowy przez wiatr.
- przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez co najmniej 7 dni.

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

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

Koszt napraw uszkodzeń spowodowanych przez ruch albo czynniki atmosferyczne obciąża Wykonawcę.

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

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być chroniona przed uszkodzeniami. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową podbudowę do ruchu budowlanego, to powinien naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch, na własny koszt.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw podbudowy, uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu, śniegu i mróz.

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

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólna zasada kontroli jakości robót podano w ST D.00.00.00. 'Wymagania ogólne'

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania cementu, kruszywa oraz w przypadkach wątpliwych wody i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi do akceptacji.

Badania powinny obejmować wszystkie właściwości określone w punktach 2 i 5 niniejszej ST.

### 6.3. Badania w czasie robót

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania podbudowy z mieszanki związanej cementem podano w tablicy 5.

**Tablica 5.** Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

| Lp. | Wyszczególnienie badań                 | Częstotliwość badań                                       |  |
|-----|--|---|--|
|     |  | Minimalne ilości badań na dziennej działce roboczej       | Maksymalna powierzchnia podbudowy na jedno badanie |
| 1   | Właściwości kruszywa                   | dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa |  |
| 2   | Właściwości wody                       | dla każdego wątpliwego źródła                             |  |
| 3   | Właściwości cementu                    | dla każdej partii   |  |
| 4   | Uziarnienie mieszanki mineralnej       | 2   | 600 m <sup>2</sup>                                 |
| 5   | Wilgotność mieszanki                   | 2   | 600 m <sup>2</sup>                                 |
| 6   | Zagęszczenie mieszanki                 | 2   | 600 m <sup>2</sup>                                 |
| 7   | Grubość podbudowy                      | 2   | 600 m <sup>2</sup>                                 |
| 8   | Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach | 3 próbki  | 400 m <sup>2</sup>                                 |
| 9   | Mrozoodporność                         | przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych             |  |

#### 6.3.2. Uziarnienie kruszywa

Próbki do badań należy pobierać z mieszanek przed podaniem cementu. Uziarnienie kruszywa powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

#### 6.3.3. Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki, z tolerancją  $\pm 2\%$  jej wartości.

#### 6.3.4. Zagęszczenie warstwy

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

#### 6.3.5. Grubość podbudowy

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.

#### 6.3.6. Wytrzymałość na ściskanie



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 po 28 dniach pielęgnacji.

Próbki, w ilości 3 sztuk, do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

#### **6.3.7. Mrozoodporność**

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek poddawanych cykлом zamrażania i odmrażania powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w niniejszej ST.

#### **6.3.8. Badanie spoiwa**

Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien określić właściwości podane w niniejszej ST

#### **6.3.9. Badanie wody**

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-EN 1008-1.

#### **6.3.10. Badanie właściwości kruszywa**

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

### **6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych wykonanej podbudowy**

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów podaje tablica 6.

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

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów  |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1   | Szerokość                         | 10 razy na 1 km / zjazd/próg/wysepka 1 raz  |
| 2   | Równość podłużna                  | w sposób ciągły planografem albo co 20 m łątą na każdym pasie ruchu / zjazd/próg/wysepka 1 raz dla każdej płaszczyzny |
| 3   | Równość poprzeczna                | 10 razy na 1 km / zjazd/próg/wysepka 1 raz  |
| 4   | Spadki poprzeczne*)               | 10 razy na 1 km / zjazd/próg/wysepka 1 raz  |
| 5   | Rzędne wysokościowe               | Dla autostrad i dróg ekspresowych co 25 m, dla pozostałych dróg co 100 m  |
| 6   | Ukształtowanie osi w planie*)     |   |
| 7   | Grubość warstwy                   | w 3 punktach działki roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 600 m <sup>2</sup> (100 m) / zjazd/próg/wysepka 1 raz     |

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

Uwaga: dla niewielkiego zakresu robót lub elementów drogi o niewielkich wymiarach zakres i częstotliwość badań i pomiarów określić w uzgodnieniu z Inżynierem.

#### **6.4.2. Szerokość warstwy**

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

#### **6.4.3. Równość warstwy**

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łątą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łątą.

Nierówności podbudowy nie mogą przekraczać 9 mm.

Nierówności warstwy wzmocnienia podłoża nie mogą przekraczać 15 mm.

#### **6.4.4. Spadki poprzeczne warstwy**

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

#### **6.4.5. Rzędne wysokościowe warstwy**

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

#### **6.4.6. Grubość podbudowy**

Grubość podbudowy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż  $\pm 1$  cm.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy z mieszanki związanej cementem.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-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 dały wyniki pozytywne.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy z mieszanki związanej cementem obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie prowadzonych robót,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- opracowanie recepty,
- wyprodukowanie mieszanki,
- transport mieszanki na miejsce wbudowania,
- przygotowanie podłoża,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- nacinanie szczelin,
- wypełnienie szczelin masą zalewową,
- pielęgnacja wykonanej podbudowy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej.

## 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-B-04481     | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu   |
| 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 łątą   |

## **10.2. Inne dokumenty**

WT-5 2010 Wymagania techniczne; Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, 2014 r.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 43 z dnia 14 maja 1999 r. z późn. zmianami.