

## **D-04.05.01a. PODBUDOWA Z KRUSZYWA ZWIĄZANEGO CEMENTEM**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. PRZEDMIOT ST**

Przedmiotem Specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem w związku z **rozbudową drogi wojewódzkiej nr 690 wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi i niezbędną infrastrukturą techniczną na odcinku CIECHANOWIEC – SIEMIATYCZE**.

#### **1.2. ZAKRES STOSOWANIA ST**

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

#### **1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem wg WT-5 2010 „**Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych**”.

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą wykonania na drodze DW 690 na zatokach autobusowych warstwy podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego cementem o grubości **20 cm** (mieszanka **C5/6**).

Występowanie warstwy wg Dokumentacji Projektowej.

#### **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. Mieszanka związana spoiwem drogowym** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, spoiwa drogowego i wody twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej. Twardnienie może być opóźnione przez dodanie środka opóźniającego wiązanie.

**1.4.4. Spoiwo drogowe** - spoiwa hydrauliczne do podbudów są gotowymi wyrobami wytwarzanymi w zakładzie produkcyjnym i dostarczane w stanie gotowym do użycia. Określone spoiwa hydrauliczne do podbudów i ulepszonego podłoża, charakteryzują się szczególnymi właściwościami, które mają znaczenie do przewidzianego celu zastosowania,

**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 przeniesienie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża.

**1.4.6. Kruszywo** – materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

**1.4.7. Kruszywo naturalne** – kruszywo ze złóż naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie jak żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał, nadziarna żwirowego lub otoczków.

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

#### **1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania ogólne"** punkt 1.5.

### **2. MATERIAŁY**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne"** punkt 2.

#### **2.1. KRUSZYWA**

Do mieszanek można stosować następujące rodzaje kruszyw:

- a) kruszywo naturalne lub sztuczne,
- b) kruszywo z recyklingu,
- c) połączenie kruszyw wymienionych w punktach a) i b) z określeniem proporcji kruszyw z a) i b) z dokładnością  $\pm 5\%$  m/m.

Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy przedstawia tablica 1.

**Tablica 1.** Wymagane właściwości kruszywa (zgodnie z normą PN-EN 13242) do warstw podbudowy z mieszanek związanych cementem

Skróty użyte w tablicy:

Kat. – kategoria właściwości, Dekl – deklarowana, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik, roz. -rozdział

Właściwość kruszywa	Metoda badania wg	Wymagania wg WT-5, pkt 1.1.1 i PN-EN 13242 dla ruchu kategorii KR5	
		Punkt PN-EN 13242	dla kruszywa związanego cementem w warstwie podbudowy pomocniczej
Fracje/zestaw sit #	-	4.1	Zestaw sit podstawowy plus zestaw 1. Wszystkie fracje dozwolone
Uziarnienie <sup>1)</sup>	PN-EN 933-1	4.3.1	Kruszywo grube: kat. G <sub>C</sub> 80/20, kruszywo drobne: kat. G <sub>F</sub> 80, kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. G <sub>A</sub> 75.
Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	PN-EN 933-1	4.3.2	Kat. GT <sub>C</sub> NR (tj. brak wymagania)
Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	PN-EN 933-1	4.3.3	Kruszywo drobne: kat. GT <sub>F</sub> NR (tj. brak wymagania), kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. GT <sub>A</sub> NR (tj. brak wymagania)
Kształt kruszywa grubego – maksymalne warunki wskaźnika płaskości	PN-EN 933-3 <sup>*</sup>	4.4	Kat. FI <sub>Dekl</sub> (tj. wsk. płaskości > 50)
Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu	PN-EN 933-4 <sup>*</sup>	4.4	Kat. SI <sub>Dekl</sub> (tj. wsk. kształtu > 55)
Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchniach przekuszonych lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym	PN-EN 933-5	4.5	Kat. C <sub>NR</sub> (tj. brak wymagania)
Zawartość pyłów <sup>**</sup> ) w kruszywie grubym	PN-EN 933-1	4.6	Kat. f <sub>Dekl</sub> (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 4)
Zawartość pyłów <sup>**</sup> ) w kruszywie drobnym	PN-EN 933-1	4.6	Kat. f <sub>Dekl</sub> (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 22)
Jakość pyłów	-	4.7	Brak wymagań
Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego	PN-EN 1097-2	5.2	Kat. LA <sub>60</sub> (tj. wsp. Los Angeles jest ≤ 60)
Odporność na ścieranie	PN-EN 1097-1	5.3	Kat. M <sub>DE</sub> NR (tj. brak wymagania)
Gęstość ziaren	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9	5.4	Deklarowana
Nasiąkliwość	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9	5.5	Deklarowana
Siarczany rozpuszczalne w kwasie	PN-EN 1744-1	6.2	Kruszywo kamienne: kat. AS <sub>0,2</sub> (tj. zawartość siarczanów ≤ 0,2%), żużel kawałkowy wielkopiecowy: kat. AS <sub>1,0</sub> (tj. zawartość siarczanów ≤ 1,0%)
Całkowita zawartość siarki	PN-EN 1744-1	6.3	Kruszywo kamienne: kat. S <sub>NR</sub> (tj. brak wymagania), żużel kawałkowy wielkopiecowy: kat. S <sub>2</sub> (tj. zawartość siarki całkowitej ≤ 2%)
Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	PN-EN 1744-1	6.4.1	Deklarowana
Stalność objętości żużla stalowniczego	PN-EN 1744-1, roz. 19.3	6.4.2.1	Kat. V <sub>5</sub> (tj. pęcznienie ≤ 5 % objętości). Dotyczy żużla z kładowego pieca tlenowego i elektrycznego pieca łukowego

Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieć. kawałkowym	PN-EN 1744-1 p. 19.1	6.4.2.2	Brak rozpadu
Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieć. kawałkowym	PN-EN 1744-1, p.19.2	6.4.2.3	Brak rozpadu
Składniki rozpuszczalne w wodzie	PN-EN 1744-3	6.4.3	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów
Zanieczyszczenia	-	6.4.4	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy
Zgorzel słoneczna bazaltu	PN-EN 1367-3 i PN-EN 1097-2	7.2	Kat. SB <sub>LA</sub> (tj. wzrost współczynnika Los Angeles po gotowaniu ≤ 8%)
Nasiąkliwość (Jeśli kruszywo nie spełni warunku W <sub>242</sub> , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p. 7.3.3 – wiersz poniżej)	PN-EN 1097-6, roz. 7	7.3.2	Kat. W <sub>242</sub> (tj. maksymalna wartość nasiąkliwości ≤ 2% masy)
Mrozoodporność na kruszywa frakcji 8/16 mm (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA <sub>242</sub> )	PN-EN 1367-1	7.3.3	Skały magmowe i przeobrażone: kat. F <sub>4</sub> (tj. zamrażanie-rozmrażanie ≤ 4% masy), skały osadowe: kat. F <sub>10</sub> , kruszywa z recyklingu: kat. F <sub>10</sub> (F <sub>25</sub> ***)
Skład mineralogiczny	-	Zał. C p.C3.4	Deklarowany
Istotne cechy środowiskowe	-	Zał. C Pkt.C.3.4	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 oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

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

\*\*\*) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

<sup>1)</sup> Uziarnienie dla mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z punktem 1.2.3.1 WT-5 2010 „Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych” GDDKiA

## 2.2 CEMENT

Do warstwy kruszywa związanego cementem należy stosować cement klasy np **32,5 (N, 42,5 N, 52,5 N)**. wg PN-EN-197-1 i wg zaleceń Inżyniera wydanych w oparciu o badania laboratoryjne. Wymagania dla cementu 32,5 przedstawiono w tablicy 2.

**Tablica 2.** Wymagania dla cementu do stabilizacji (niepełny zakres badań) , wg PN-EN-197-1.

L.p.	Właściwości	klasa cementu
		<b>32,5 N</b>
1	2	3
1.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	16
2.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż	32,5
3.	Czas wiązania: - początek wiązania, najwcześniej po upływie , <b>min.</b>	75
4.	Stałość objętości , mm , nie więcej niż	10

Do stabilizacji gruntu i kruszywa dopuszcza się zastosowanie innych spoiw posiadających aprobatę IBDiM ,ale po uprzednim sprawdzeniu technologii na odcinku próbnym i za zgodą Inżyniera.

Cement w zależności od rodzaju, powinien spełniać wymagania podane w normie wg **PN-EN-197-1**.

Badania cementu należy wykonać zgodnie z **PN-EN-196-1, 3, 6, 7**. Kontrola cementu winna obejmować:

- znaczenie czasu wiązania wg PN-EN-196,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN-196,
- sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dających się roznieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

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

Cement używany do ulepszenia kruszywa powinien być sypki, bez zawartości grudek. W normalnych warunkach czas przechowywania cementu nie powinien przekraczać trzech miesięcy.

Cement zawierający grudki lub przechowywany na budowie dłużej niż **2 miesiące** może być użyty za zgodą Inżyniera, gdy zaroby próbne wykażą zadowalającą wytrzymałość na ściskanie i zadowalającą mrozoodporność.

### 2.3. WODA

Woda stosowana do produkcji mieszanki z kruszywa stabilizowanego cementem i do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta bez jej przebadania zgodnie z wyżej podaną normą.

### 2.4. DODATKI ULEPSZAJĄCE

W przypadku zastosowania dodatków ulepszających (zgodnych z Wymaganiami Technicznymi WT-5) o wysokiej wodorządności, podnoszących nośność oraz poprawiające skład granulometryczny mieszanki, powinny być one uwzględnione w projekcie mieszanki.

Mogą być stosowane dodatki o sprawdzonym działaniu posiadające Aprobata Techniczną wydaną przez IBDiM oraz deklarację zgodności producenta.

### 2.5. PREPARATY DO PIELĘGNACJI WARSTWY

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać Aprobata Techniczną wydaną przez IBDiM.

### 2.6. 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.

### 2.7. PREPARATY DO PIELĘGNACJI WARSTWY

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać aprobatę techniczną wydaną przez IBDiM

## 3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" punkt 3.**

Sprzęt budowlany powinien spełniać wymagania określone w **ST DM-00.00.00. "Wymagania ogólne"**, ST, PZJ oraz projekcie organizacji robót, zaakceptowanym przez Inżyniera.

Jakikolwiek sprzęt, maszyny, urządzenia i narzędzia nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych zostaną przez Inżyniera zdyskwalifikowane i nie dopuszczone do robót.

Wydajność sprzętu powinna być taka, aby zapewnić zachowanie warunków technologicznych, dotyczących czasu wbudowania i zagęszczania mieszanki gruntu/kruszywa ulepszanego cementem.

W przypadku wytwarzania mieszanki związanej cementem w mieszarkach stacjonarnych obowiązują wymagania podane w WT-5 „**Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych**” w części 5.

Sprzęt powinien spełniać dodatkowe szczegółowe wymagania określone w **p. 5.**

## 4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" punkt 4.**

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08

Transport materiałów i mieszanki kruszywa ulepszanego cementem powinien odbywać się w sposób przeciwdziałający ich zanieczyszczeniu i niekorzystnemu wpływowi warunków atmosferycznych. Ponadto mieszanka kruszywa ulepszanego cementem powinna być transportowana w sposób chroniący ją przed rozsegregowaniem i osuszeniem. Transport cementu powinien odbywać się z zastosowaniem cementowozów. W czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu. Wydajność środków transportowych musi być dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do mieszania oraz wbudowania mieszanki cementowo - kruszywowej. Ruch pojazdów po wyprofilowanym podłożu warstwy podbudowy powinien być tak zorganizowany, aby nie dopuścić do jego uszkodzeń i tworzenia kolein.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne"** punkt 5.

### 5.1. SKŁAD MIESZANKI CEMENTOWO - KRUSZYWOWEJ

Zawartość cementu w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników i nie może być mniejsza od wartości podanych w tablicy 3.

Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe, określone w tablicy 4 przy jak najmniejszej zawartości cementu.

**Tablica 3.** Minimalna zawartość cementu 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 tablicy 3, jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablic 4 niniejszej specyfikacji.

### 5.2. PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANKI CEMENTOWO - GRUNTOWEJ

Na co najmniej **30 dni** ( lub w innym terminie uzgodnionym z Inżynierem ) przed rozpoczęciem robót Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki.. Recepta powinna zawierać ilości poszczególnych składników, wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji.

Wraz z projektem Wykonawca powinien dostarczyć próbki gruntu, cementu i ewentualnych dodatków, pobrane w obecności Inżyniera

Projektowanie mieszanki polega na doborze kruszywa do mieszanki, ilości cementu, ilości wody. Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania podbudowy pomocniczej.

a) Skład mieszanek 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  $R_c$  określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 dla przyjętych rozwiązań, powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej podanej w tablicy 4.

**Tablica 4.** Klasy wytrzymałości wg normy **PN-EN 14227-1**

Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie $R_c$ , po 28 dniach, MPa dla próbek walcowych o		Klasa wytrzymałości
$H/D^a = 2,0$	$H/D^a = 1,0^b$	
5,0	6,0	C <sub>5/6</sub>

<sup>a</sup>  $H/D$  = stosunek wysokości do średnicy próbki

<sup>b</sup>  $H/D = 0,8$  do  $1,21$

b) Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową.

Proporcję należy określić laboratoryjnie lub/i na podstawie praktycznych doświadczeń z mieszankami wykonywanymi z tych samych składników i w tych samych warunkach, spełniające wymagania niniejszej ST.

Zawartość wody należy określać zgodnie z **PN-EN 13286-2**.

c) Uziarnienie mieszanki mineralnej należy przyjąć zgodnie z krzywymi granicznymi podanymi w punkcie 1.2.3.1 Wytycznych Technicznych WT-5 2010. Sprawdzenie uziarnienie mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z PN-EN 933-1.

d) Zawartość spoiwa nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości podanych w tablicy 3. Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości kruszywa związanego cementem zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 5.

### 5.3. GRUBOŚĆ WARSTWY I METODY STABILIZACJI

Grubość warstwy ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być zgodna z ustaleniami dokumentacji projektowej.

Mieszanka do podbudowy pomocniczej z kruszywa związanego cementem, wykonana będzie metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

Możliwe jest wykonanie warstwy innym sprzętem gwarantującym jakość wykonanej warstwy porównywalną z jakością warstwy kruszywa z cementem przygotowanego w mieszarkach stacjonarnych po uprzednim sprawdzeniu technologii na odcinku próbnym i za zgodą Inżyniera.

### 5.4. WARUNKI ATMOSFERYCZNE

Podbudowa z kruszywa związanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 5 °C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać układania warstwy, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5 °C w czasie najbliższych 7 dni.

### 5.5. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki kruszywa związanego cementem na zatokach autobusowych układana będzie na podłożu ulepszonym z gruntu stabilizowanego cementem zgodnie z wymaganiami określonymi w **ST D-04.05.01** o Rm i grubości określone w Dokumentacji Projektowej. Podłoże pod warstwę z gruntu stabilizowanego cementem powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w **ST D-02.01.01. "Wykonanie wykopów"**, **ST D-02.03.01 „Wykonanie nasypów”**.

Jeżeli podłoże ulepszone, wykonane z materiałów związanych cementem wykazuje jakiegokolwiek wady, to powinny być one usunięte wg zasad akceptowanych przez Inżyniera. Podłoże powinno być wytyczone w sposób umożliwiający jego wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową lub wg zaleceń Inżyniera z tolerancjami określonymi w niniejszej ST.

### 5.6. WYTYCZENIE WARSTWY POBBUDOWY Z MIESZANKI KRUSZYWA ZWIĄZANEGO CEMENTEM

Prace pomiarowe powinny być prowadzone w sposób umożliwiający wykonanie warstwy zgodnie z Dokumentacją Projektową, z tolerancjami określonymi w niniejszej Specyfikacji.

Tyczenie za pomocą palików lub szpilek. Szpilki do kontroli ukształtowania warstwy powinny być wcześniej przygotowane, odpowiednio zamocowane i utrzymywane w czasie robót przez Wykonawcę. Rozmieszczenie szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie linek do wytyczenia robót i nie powinno być rzadsze niż co 10 m.

Jeśli warstwa mieszanki kruszywa ma być układana w prowadnicach, to należy je ustawić na podłożu tak aby wyznaczały ściśle linie krawędzi układanej warstwy według dokumentacji projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy mieszanki kruszywa w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera

Alternatywnie wytyczenie sytuacyjne i wysokościowe można zrealizować przez jednoznaczne zdefiniowanie w pamięci elektronicznej maszyn wyposażonych w system sterowania 3D wszystkich elementów geometrii warstwy

### 5.7. WYTWARZANIE MIESZANKI

Mieszkankę kruszywa związanego cementem należy wytwarzać w wytwórniach (mieszarkach) stacjonarnych lub mobilnych zapewniających ciągłość produkcji i gwarantujących otrzymanie jednnorodnej mieszanki. W tym przypadku obowiązują wymagania podane w WT-5 „**Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych**” w części 5.

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, 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.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Inżyniera po wstępnych próbach. W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +1% i -2%.

Przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek. Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

### 5.8. ZAGĘSZCZANIE

Do zagęszczenia warstwy należy przystąpić natychmiast po jej rozłożeniu i wyprofilowaniu. Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego wg BN-77/8931-12 **nie mniejszego od 1,00**. Badanie prowadzimy bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych, oraz wszelkich urządzeń obcych. Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękań podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, powinny być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne jej zagęszczenie. Roboty te zostaną wykonane na koszt Wykonawcy.

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 warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych.

### 5.9. SPOINY ROBOCZE

Należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości. W wypadku konieczności wykonania takich spoin, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed rozpoczęciem 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. PIELEGNACJA WYKONANEJ WARSTWY Z KRUSZYWA ZWIĄZANEGO CEMENTEM

Warstwa kruszywa związanego cementem powinna być natychmiast po zagęszczeniu poddana pielęgnacji według jednego z następujących sposobów:

- skropieniem preparatem pielęgnacyjnym, posiadającym aprobatę techniczną,
- przykryciem na okres 7 do 10 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem przez wiatr,
- przykryciem matami lub włókninami i spryskanie wodą przez okres 7÷10 dni,
- przykryciem warstwą piasku i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez okres 7÷10 dni,
- innymi środkami zaakceptowanymi przez Inżyniera.

Inne sposoby pielęgnacji zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały przeznaczone do pielęgnacji, posiadające świadectwa dopuszczenia do stosowania, mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inżyniera. Nie wolno dopuścić do nadmiernego przesuszenia wbudowanej warstwy.

W wypadku występowania wysokich temperatur należy bezwzględnie utrzymywać w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej **7 dni**.

Nie należy dopuszczać ruchu pojazdów i maszyn po warstwie kruszywa związanej cementem w okresie od 7 do 10 dni pielęgnacji, a po tym okresie ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

### 5.11. ODCINEK PRÓBNY

Co najmniej na 7 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- oceny przydatności zastosowanego sprzętu do układania i zagęszczania,
- określenia grubości warstwy mieszanki w stanie luźnym dla uzyskania grubości warstwy zgodnej z Dokumentacją Projektową po zagęszczeniu,
- sprawdzenia opracowanej recepty laboratoryjnej.
- sprawdzenie zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy i ulepszonego podłoża.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m<sup>2</sup>.

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera.

Po wykonaniu odcinka próbnego i przeprowadzeniu badań Wykonawca umożliwi Inżynierowi przeprowadzenie dodatkowych badań kontrolnych. Po akceptacji przez Inżyniera Wykonawca przystąpi do zasadniczych robót związanych z wykonaniem warstwy kruszywa związanego cementem.

Odcinek próbny zostanie rozebrany lub za zgodą Inżyniera zostanie włączony do zakresu przedmiotowych robót.

### 5.12. UTRZYMANIE WYKONANEJ WARSTWY

Warstwa z kruszywa związanego cementem po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, tę warstwę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie jego uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw wykonanej warstwy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz.

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

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. ZASADY OGÓLNE KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w **ST D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" punkt 6.**

W czasie budowy Wykonawca powinien prowadzić systematyczne pomiary i badania kontrolne i dostarczać ich wyniki Inżynierowi. Pomiary i badania kontrolne Wykonawca powinien wykonywać w zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano w odpowiednich punktach niniejszej Specyfikacji.

### 6.2. WYMAGANIA WOBEC MIESZANEK

Mieszanki związane cementem klasyfikuje się pod względem właściwości wytrzymałościowych mieszanki przez wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie  $R_c$  próbek zgodnie z przyjętym systemem I.

**Tablica 5.** Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy pomocniczej

Lp.	Właściwość	Wymagania dla ruchu
		KR5
1.	Uziarnienie:	Krzywe graniczne uziarnienia zgodnie z punktem 1.2.3.1 WT-5 2010 „Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych” GDDKiA
2.	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 3
3.	Zawartość wody /zgodnie z PN-EN 13286-2/	wg projektu mieszanki
4.	Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości $R_c$ wg tablicy 4 /oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji/	klasa C 5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa)
5.	Mrozoodporność	$\geq 0,6$

### 6.3. BADANIA PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania niezbędne do opracowania projektu składu mieszanki przeznaczonej do stabilizacji, w zakresie i w czasie określonym w p. 5.2.

#### 6.4. BADANIA W CZASIE ROBÓT

Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy budowie warstwy podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem podano w tablicy 6.

**Tablica 6.** Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie robót	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1.	Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową	1 raz	wg dokumentacji projektowej
2.	Roboty przygotowawcze	Ocena ciągła	-
3.	Właściwości kruszywa	Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	Tablica 1
4.	Właściwości wody	Dla każdego wątpliwego źródła	PN-EN 1008
5.	Właściwości cementu	Dla każdej partii	PN-EN 197-1
6.	Uziarnienie mieszanki	2 razy dziennie	zgodnie z punktem 1.2.3.1 WT-5 2010 „Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych” GDDKiA
7.	Wilgotność mieszanki	2 razy dziennie	Wilgotność optymalna z tolerancją +10%, -20%
8.	Grubość warstwy podbudowy	2 razy dziennie	Tolerancja $\pm 1$ cm
9.	Zagęszczenie warstwy mieszanki	2 razy dziennie	1,0 Proctora (p. 5.8)
10.	Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie	3 próbki dziennie	PN-EN 13286-41
11.	Oznaczenie mrozoodporności	Na zlecenie Inżyniera	p. 5.2

#### 6.5. BADANIA I POMIARY WYKONANEJ WARSTWY KRUSZYWA ZWIĄZANEGO CEMENTEM

Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy podano w tablicy 7.

**Tablica 7.** Częstotliwość, zakres badań i pomiarów oraz dopuszczalne odchyłki wykonanej warstwy gruntu stabilizowanego cementem.

L.P.	Badania	Częstotliwość badań	Dopuszczalne odchyłki
1	2	3	4
1.	Grubość warstwy	W trzech punktach na każdej działce roboczej	$\pm 1$ cm
2.	Szerokość warstwy	co 30 m	+10, -5 cm
3.	Równość podłużna	W sposób ciągły planografem albo co 20 m łatą (zgodnie z normą BN-68/8931-04) na każdym pasie ruchu lub inną metodą	< 1,5 cm
4.	Równość poprzeczna	co 20 m	< 1,5 cm
5.	Spadki poprzeczne *	co 20 m	$\pm 0.5$ %.
6.	Rzędne wysokościowe	co 10 m	+0 cm i -2 cm
7.	Ukształtowanie osi w planie *	co 20 m.	$\pm 5$ cm

#### 7. OBMIAR ROBÓT

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

Jednostką obmiarową jest m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy pomocniczej z kruszywa związanego cementem.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania odbioru podano w **ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 8.**

Odbiór warstwy podbudowy jest dokonywany na zasadach odbioru robót zanikających i ulegających zakryciu. Odbiór powinien być przeprowadzony w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych napraw wadliwie wykonanej warstwy podbudowy bez hamowania postępu Robót. Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie wyniki pomiarów i badań z bieżącej kontroli materiałów i Robót. Inżynier zleci Wykonawcy lub niezależnemu laboratorium przeprowadzenie uzupełniających badań i pomiarów wtedy, gdy:

- a) zakres lub częstotliwość badań Wykonawcy są niezgodne ze Specyfikacjami
- b) istnieją jakiegokolwiek wątpliwości co do jakości robót lub rzetelności badań Wykonawcy

W przypadku stwierdzenia wad Inżynier ustali zakres wykonania robót poprawkowych lub poleci zerwanie i wymianę na nową wadliwie wykonanej warstwy. Roboty poprawkowe lub zerwanie i wymianę na nową wadliwie wykonanej warstwy Wykonawca wykona w terminie ustalonym z Inżynierem.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

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

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy pomocniczej kruszywa związanego cementem o grubości 20 cm obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- zakup materiałów, koszty badań kruszywa i opracowania recepty
- koszty wykonania odcinka próbnego
- dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. NORMY

- |    |              |   |
|----|--------------|---|
| 1. | PN-EN 197-1  | Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku  |
| 2. | PN-EN 933-1  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania   |
| 3. | PN-EN 933-3  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości  |
| 4. | PN-EN 933-4  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu  |
| 5. | PN-EN 933-5  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| 6. | PN-EN 934-2  | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Domieszki do betonu – Definicje i wymagania  |
| 7. | PN-EN 1008   | Woda zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu  |
| 8. | PN-EN 1097-1 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)   |
| 9. | PN-EN 1097-2 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania  |

- odporności na rozdrabnianie
10. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
  11. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
  12. PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
  13. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
  14. PN-EN 1744-3 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
  15. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
  16. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora
  17. PN-EN 13286-41 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym
  18. PN-EN 13286-50 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
  19. PN-EN 14227-1 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania – Część 1: Mieszanki związane cementem

## 10.2. INNE DOKUMENTY

20. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych – WT-5 2010 Wymagania techniczne (zalecone do stosowania w specyfikacji technicznej na roboty budowlane na drogach krajowych wg zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010 r.)
21. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. nr 43, poz. 430)
22. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych – Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1997