

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT**

## **PODBUDOWA I ULEPSZONE PODŁOŻE** **Z GRUNTU LUB KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM**

### **D.04**

Nazwa inwestycji:	<b>PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA SKWERU PRZY ul. LECHA/CHROBREGO w GNIEŹNIE</b>
Adres inwestycji:	skwer przy skrzyżowaniu ulic Lecha i Chrobrego w Gnieźnie na działce miejskiej nr 75 (ark 42), identyfikator działki 300301_1.0001.AR_42.75.
Inwestor:	Miasto Gniezno ul. Lecha 6 , 62-200 Gniezno
Branża:	Architektura krajobrazu
Jednostka projektowa:	Oaza Zieleni Joanna Mrowińska, ul. Naramowicka 219B/31, 61-611 Poznań

**CPV 45233000-9 – Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania oraz  
wykonywania nawierzchni autostrad, dróg**

**LIPIEC, 2020 r.**

## **1. Wstęp**

### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy wzmacniającej (ulepszanego podłoża) z kruszywa stabilizowanego cementem w ramach zagospodarowania skweru przy ul. Lecha/Chrobrego w Gnieźnie.

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

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

### **1.3. Zakres robót**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu warstwy wzmacniającej z kruszywa stabilizowanego cementem i obejmują wykonanie:

- warstwy wzmacniającej podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem o  $R_m=2.5$  MPa grubości 10 cm (mieszanka związana cementem z betoniarni o klasie wytrzymałości  $C_{1.5/2.0} \leq 4.0$  MPa):
  - w zakresie nawierzchni zjazdu.

### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1.** Kruszywo stabilizowane cementem - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

**1.4.2.** Mieszanka cementowo-gruntowa – mieszanka ustalonych, optymalnych ilości gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również i dodatków ulepszających, do chwili stwardnienia.

**1.4.3** Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST „Wymagania ogólne”

### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## **2. Materiały**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST Wymagania ogólne.

### **2.2. Warstwa wzmacniająca podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem**

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

- kruszywo,
- cement,
- wodę,
- materiały do pielęgnacji warstwy.

### **2.3. Kruszywa**

Do stabilizacji cementem należy stosować kruszywa spełniające wymagania PN-EN 12620 zapisane w tablicy 1.

Tablica 1

Rozdział w PN-EN 13242: 2004	Właściwość	Deklarowane kategorie lub wartości	Odniesienie do PN-EN 13242: 2004
		W odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:	
		Związanej warstwy wzmacniającej KR1	
4.1 - 4.2	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)	Tabl. 1
		Wszystkie frakcje dozwolone	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G <sub>C</sub> 80/20 G <sub>F</sub> 80 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 GT <sub>A</sub> NR	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3*)	FI <sub>Deklarowana</sub>	Tabl. 5
	Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4*)	SI <sub>Deklarowana</sub>	Tabl. 6
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej 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>Deklarowana</sub>	Tabl. 8
	Zawartość pyłów**) w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1*	f <sub>Deklarowana</sub>	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2	LA <sub>60</sub>	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	M <sub>De</sub> NR	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6; 2001 Rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6; 2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam. SNR - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S2	Tabl. 13

6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienie mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	
6.4.2.1	Stołość objętości żużła stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998 rozdział 19.3	V <sub>5</sub>	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p. 19.1	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p. 19.2	Brak rozpadu	
6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1967-3, wg PN-EN 1097-2	SB <sub>LA</sub>	
7.3.2	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (jeśli kruszywo nie spełni warunku WA242 to wystarczające jest spełnienie wymagań mrozoodporność wg p.7.3.3 tablicy 1	WA <sub>242</sub>	Tabl. 16
7.3.3	Mrozoodporność kruszywa frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko wtedy, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA242	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25***) – ze skał magmowych i przeobrażonych FNR***	Tabl. 18
Załącznik C, pkt. C.3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	
Załącznik C, 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 mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 1.2.3.1

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

## 2.4. Cement

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-EN 197-1:

- wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach- nie mniej niż 16 MPa,
- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach ≤ 32,5 MPa,
- początek wiązania- najwcześniej po upływie 60 minut,
- stołość objętości nie więcej niż 10 mm.

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 196.

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

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

## 2.5. Woda

Do warstwy wzmacniającej z kruszywa stabilizowanego cementem w betoniarnie (betoniarni) należy stosować wodę odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008. Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej. Stosowanie jej nie wymaga przeprowadzania badań.

W przypadku poboru wody z innego źródła należy przeprowadzić bieżącą kontrolę zgodnie z PN-EN 1008:

- zabarwienie - nie powinna wykazać,
- zapach - nie powinna wydzielać zapachu gnilnego,
- zawiesina - nie powinna zawierać grudek, kłaczków,
- pH - co najmniej 4 przy badaniu papierkiem wskaźnikowym.

## 2.6. Kruszywo stabilizowane cementem (mieszanka związana cementem)

W zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, wytrzymałość kruszywa stabilizowanego cementem wg PN-EN 14227-1, powinna spełniać wymagania określone w tablicy 2.1

Tablica 2.1 Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy wzmacniającej

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA	Uwagi
		KR1	
1.0	Składniki:		
1.1	Cement	p. 2.4 ST	
1.2	Kruszywo	p. 2.3 ST	
1.3	Woda zarobowa	p. 2.5 ST	
1.4	Dodatki	p. 1.1.4 WT-5	
2.0	Mieszanka:		
2.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia	
	- mieszanka CBGM 0/8 mm	rys. 1.5 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/11,2 mm	rys. 1.4 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/16 mm	rys. 1.3 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/22,4 mm	rys. 1.2 WT-5	
	- mieszanka CBGM 0/31,5 mm	rys. 1.1 WT-5	
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 1.3 WT-5	
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 1.2 WT-5	Klasa C 1.5/2.0 (nie więcej niż 4,0 MPa)	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji
2.5	Mrozoodporność	≥ 0,6	Badanie wg p. 1.2.8 WT-5

Tablica 2.2 Klasa wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1

Lp	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach (MPa)	Klasa wytrzymałości
----	--	---------------------

Wytrzymałość charakterystyczna $R_c$			
	Próbki walcowe $H/D^a=2,0$	Próbki walcowe $H/D^a=1,0^b$	
1	1,5	2,0	$C_{1,5/2,0}$
<sup>a</sup> $H/D$ = stosunek wysokości do średnicy próbki			
<sup>b</sup> $H/D$ = 0,8 do 1,21			

Tablica 2.3 Klasa wytrzymałości wg normy PN-S-96012

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą (MPa)		Wskaźnik mrozoodporności
		po 7 dniach	po 28 dniach	
1	Warstwa wzmacniająca	od 1,0 do 1,6	od 1,5 do 2,5	0,6

## 2.7. Dodatki ulepszające

Przy wykonywaniu stabilizacji gruntu cementem mogą być stosowane następujące dodatki ulepszające:

- wapno wg PN-EN 459-1;
- popioły lotne wg PN-EN 14227-4 oraz PN-S-96035;
- chlorek wapniowy wg PN-C-84127.

## 2.8. Preparaty do pielęgnacji warstw

Do pielęgnacji warstwy podłoża z kruszywa stabilizowanego cementem mogą być stosowane:

- emulsja asfaltowa,
- preparaty pielęgnacyjne powłokowe posiadające stosowne dokumenty dopuszczające – preferowane,
- woda,
- folie z tworzyw sztucznych,
- włókniny o grubości co najmniej 5 mm.

## 3. Sprzęt

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Użyty sprzęt winien gwarantować uzyskanie odpowiedniej jakości Robót. Dobór sprzętu budowlanego pod względem typów i ilości powinien być przedstawiony przez Wykonawcę w PZJ i zaakceptowany przez Inżyniera. Do wykonywania warstwy wzmacniającej z kruszywa stabilizowanego cementem (stosowanie gotowej mieszanki z dowozu), Wykonawca powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórnia stacjonarna lub mobilna do wytwarzania gruntu stabilizowanego cementem. Wytwórnia powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania wszystkich składników, gwarantujące następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy poszczególnych składników: kruszywo + 3%, cement + 0,5%, woda + 2%. Inżynier może dopuścić objętościowe dozowanie wody.
- układarki mechaniczne lub równiarki do rozkładania mieszanki związanej;
- walce stalowe gładkie i ogumione, statyczne lub wibracyjne, do zagęszczania. W miejscach trudnodostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne,
- przewoźne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody – do pielęgnacji warstwy.

3.3. 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 „Wymagania ogólne”.

**4.2. Transport cementu** musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbrzyleniem i zanieczyszczeniem. Przewiduje się transport cementu do wytwórni betonów - luzem, w cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich.

**4.3. Transport mieszanki** odbywać się musi samochodami samowyładowczymi (zalecany boczny przechyl skrzyni).

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 do 30 °C.

Środki transportu powinny umożliwiać przewóz mieszanki betonowej do miejsca jej wbudowania bez zmiany konsystencji i bez rozsegregowania 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 warunki wykonania robót

Ogólne warunki wykonania robót podano w ST "Wymagania ogólne".

### 5.2. Zakres wykonywanych robót

#### 5.2.1. Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze dotyczą odtworzenia trasy, ew. usunięcia przeszkód, przygotowania podłoża i ew. usunięcia górnej warstwy podłoża słabonośnego.

#### 5.2.2. Wytyczne do zaprojektowania kruszywa stabilizowanego cementem

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

Receptura powinna być opracowana w oparciu o następujące źródła:

- założenia materiałowe ujęte w PZJ,
- wytyczne niniejszej specyfikacji,
- normę PN-S-96012 "Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanych cementem",

Maksymalna zawartość cementu w mieszance cementowo – kruszywowej dla warstwy wzmacniającej:

Tablica 3

Lp.	Kategoria ruchu	Maksymalna zawartość cementu, % w stosunku do masy suchego kruszywa
		Warstwa wzmacniająca (ulepszone podłoże)
1	KR 1	10

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

#### 5.2.3. Warunki prowadzenia produkcji mieszanki

Kruszywo stabilizowane cementem może być produkowany od 15 kwietnia do 15 października, przy temperaturze otoczenia powyżej 5°C. ewentualne rozszerzenie tego okresu może nastąpić po wyrażeniu zgody przez Inżyniera, w przypadku stwierdzenia dobrych warunków pogodowych tj temperatury powyżej 5°C, nie występowania przymrozków oraz opadów deszczu. Produkcja może odbywać się jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej, opracowanej w laboratorium wskazanym przez Inżyniera i zatwierdzonej przez niego.

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.

#### **5.2.4. Produkcja mieszanki na warstwę wzmacniającą z kruszywa stabilizowanego cementem**

Produkcja może zostać rozpoczęta na wniosek Wykonawcy, po wyrażeniu zgody przez Inżyniera. Bez ważnej zatwierdzonej receptury laboratoryjnej Wykonawca nie może rozpocząć produkcji. Roboczy skład mieszanki przygotowuje Wykonawca, opracowując go na bazie receptury laboratoryjnej. Służy ona do zaprogramowania lub nastawienia nawożenia kruszywa (jednego lub dwóch) oraz cementu i wody. Skład mieszanki należy umieścić na tablicy w widocznym miejscu dla operatora i Inżyniera. Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie, w zależności od składu i wymaganej wilgotności optymalnej stabilizowanego cementem oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

**5.2.5. Transport mieszanki na miejsce wbudowania odbywać się będzie samochodami samowładowczymi.** Czas trwania transportu z wytwórni (betoniarni) do miejsca wbudowania nie może przekraczać 1 godz. (ok. 30 km).

**5.2.6. Wbudowywanie kruszywa stabilizowanego cementem wytworzonego w wytwórni powinno odbywać się w sprzyjających warunkach atmosferycznych, w niezawilgocone koryto gruntowe lub na warstwę odcinającą z gruntu stabilizowanego cementem, po minimum 7 dniach od daty jej położenia.** Zabrania się układania mieszanki w deszczu.

Warstwa układana będzie w prowadnicach i przed zagęszczeniem powinna być sprofilowana i dokładnie wyrównana do wymaganych projektem pochyłeń poprzecznych i podłużnych. Złącza poprzeczne, wynikające z początku lub końca dziennej działki roboczej należy wykonać przez równe pionowe odcięcie.

#### **5.2.7. Zagęszczenie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem.**

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

Zagęszczenie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki  $I_s \geq 1,00$  według BN-77/8931-12, badanego w odniesieniu do badania metodą Proctora lub wskaźnika odkształcenia  $I_o \leq 2,2$  wg normy PN-S-02205 zał. B. Badanie należy przeprowadzić bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania.

Kontrolę nośności przeprowadza się bezpośrednio po wykonaniu podbudowy lub w innym czasie ustalonym na odcinku próbnym, na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  wg PN-S-02205:1998. Badanie wtórnego modułu odkształcenia polega na statycznym obciążaniu gruntu płytą o średnicy  $D=300\text{mm}$ , stopniowo co  $0,05\text{ MPa}$ . Końcowe obciążenie doprowadza się do wartości równej  $0,35\text{ MPa}$  (jak dla warstwy ulepszanego podłoża wg PN-S-02205:1998).

Moduły odkształcenia pierwotny  $E_1$  i wtórny  $E_2$ , odpowiadające przyrostowi osiadań wywołanemu przyrostem obciążenia jednostkowego w zakresie od  $0,15$  do  $0,25\text{ MPa}$ , obliczamy na podstawie wzoru:

$$E_1, E_2 = \frac{1}{4} D (\Delta p / \Delta s) \quad [\text{MPa}]$$

gdzie:

- D - średnica płyty ( $D=300$ ), mm
- $\Delta p$  - różnica nacisków ( $\Delta p=0,10$ ), MPa
- $\Delta s$  - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków, mm

Wartość wtórnego modułu odkształcenia powinna wynieść:

$$E_2 \geq 80\text{ MPa} - \text{dla warstwy wzmacniającej (KR1)}.$$

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

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękań 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

#### **5.2.8. Spoiny robocze**

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



Jeżeli jest to możliwe, 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 zagęszczenia jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 60 minut.

Jeżeli w niżej położonej warstwie występują spoiny w warstwie leżącej wyżej powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 30 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

#### **5.2.9. Warunki dojrzewania wykonanej warstwy wzmacniającej**

Nie należy dopuścić do wyschnięcia warstwy kruszywa stabilizowanego cementem aby nie powstały pęknięcia skurczowe.

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową w ilości 0,5 – 1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- c) utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr,
- e) przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

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

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

#### **5.2.10. Efekt końcowy**

Zagęszczona warstwa z kruszywa stabilizowanego cementem powinna charakteryzować się następującymi cechami:

- jednorodnością powierzchni,
- prawidłową równością podłużną.

Nierówności mierzone łatą nie mogą przekraczać 15 mm. Po wykonaniu warstwy wzmacniającej z kruszywa stabilizowanego cementem należy wykonać pomiar geodezyjny.

#### **5.2.11. Utrzymanie warstwy wzmacniającej**

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową podbudowę lub ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia warstwy wzmacniającej, spowodowane przez ten ruch.

Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania warstwy wzmacniającej obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw warstwy wzmacniającej uszkodzonych 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 warstwy wzmacniającej. Warstwa stabilizowana cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

### **6. Kontrola jakości robót**

#### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST "Wymagania ogólne".

#### **6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem

budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera,

- sprawdzić cechy zewnętrzne gotowych materiałów,
- określenie wilgotności naturalnej i odniesienie do optymalnej gruntu, który będzie stabilizowany,
- ustalenie wymaganej ilości spoiwa zapewniającego uzyskanie wymaganego wtórnego modułu odkształcenia.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

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

Badania w czasie prowadzenia robót polegają na sprawdzeniu przez Inżyniera na bieżąco, w miarę postępu robót, jakości używanych przez Wykonawcę materiałów i zgodności wykonywanych robót z projektem i wymaganiami niniejszej specyfikacji:

- badanie dostaw materiałów,
- kontynuacja badań nowych dostaw,
- badania jakości produkowanej mieszanki na warstwy wzmacniającej.

Wykonawca w obecności Inżyniera wykona 1 serię (6 próbek) z każdej dziennej działki roboczej do badania wytrzymałości na ściskanie.

W czasie układania warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem (mieszanki związanej), Wykonawca zobowiązany jest kontrolować:

- jednorodność układanej warstwy,
- prawidłowość cech geometrycznych (szerokość, grubość, równość podłużna i poprzeczna).

Bieżąca kontrola obejmuje wizualne sprawdzenie wszystkich elementów procesu technologicznego oraz zaakceptowania przez Inżyniera wyników badań laboratoryjnych Wykonawcy, po uprzednim zapoznaniu się z nimi.

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy wzmacniającej podano w tablicy 4.

Tablica 4. Częstotliwość badań i pomiarów

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia warstwy wzmacniającej przypadająca na jedno badanie
1	Uziarnienie mieszanki kruszywa	2	500 m <sup>2</sup>
2	Wilgotność mieszanki kruszywa ze spoiwem		
3	Wskaźnik zagęszczenia i nośności warstwy		
4	Grubość warstwy wzmacniającej	3	500 m <sup>2</sup>
5	Wytrzymałość na ściskanie - 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem	6 próbek	500 m <sup>2</sup>
6	Badania spoiwa: - cementu	Certyfikat producenta na każdą dostawę, dostarczane do Inżyniera co tydzień. Testy zgodnie z PN-EN 197-1 (dla cementu) lub EN 13282-1 (spoiwa drogowe) dokumentami Producenta. Badania Wykonawcy na etapie projektowania składu mieszanki i przy każdej jego zmianie, wg PN-EN 197-1 (EN 13282-1) lub dokumentów Producenta.	
7	Badania wody	dla każdego wątpliwego źródła	
8	Badania właściwości kruszywa	dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju kruszywa	

#### 6.3.2. Uziarnienie kruszywa

Próbki do badań należy pobierać z mieszanek przed podaniem spoiwa. Uziarnienie kruszywa powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w ST dotyczących warstwy wzmacniającej.

### 6.3.3. Wilgotność mieszanki kruszywa ze spoiwem

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki, z tolerancją +10% i -20% jej wartości.

### 6.3.4. Jednorodność i głębokość wymieszania

Jednorodność wymieszania kruszywa ze spoiwem polega na ocenie wizualnej jednolitego zabarwienia mieszanki.

Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi warstwy wzmacniającej. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

### 6.3.5. Zagęszczenie warstwy

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

### 6.3.6 Grubość warstwy wzmacniającej

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odległość co najmniej 0,5 m od krawędzi. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż  $\pm 1$  cm.

### 6.3.7. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbki do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Próbki w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normą PN-S-96012. Trzy próbki należy badać po 7 dniach oraz po 28 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST dotyczących warstwy wzmacniającej.

### 6.3.8. Badania spoiwa

Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien określić właściwości podane w ST dotyczących warstwy wzmacniającej.

### 6.3.9. Badania wody

W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić badania wody wg PN-EN 1008.

### 6.3.10. Badanie właściwości kruszywa

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

### 6.3.11. Mrozoodporność

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek R28 poddawanych cykлом zamrażania i odmrężania powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w Tablicy 4.

## 6.4. Badania odbiorcze

Wymagania dotyczące cech geometrycznych i wytrzymałościowych warstwy wzmacniającej.

### 6.4.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tabl. 5.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy wzmacniającej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	1 raz na każdym zjeździe
2	Równość podłużna	co 10 m łątą na każdym zjeździe
3	Równość poprzeczna	co 10 m łątą na każdym zjeździe
4	Spadki poprzeczne	1 raz na każdym zjeździe
5	Rzędne wysokościowe	na długości zadanych w projekcie przekroi poprzecznych,

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
6	Grubość warstwy	1 raz na każdym zjeździe

**6.4.2.** Szerokość warstwy wzmacniającej nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż + 10 cm, - 5 m.

Na jezdniach bez krawężników szerokość warstwy wzmacniającej powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.

**6.4.3. Równość warstwy wzmacniającej**

Nierówności podłużne należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04. Nierówności poprzeczne warstwy wzmacniającej należy mierzyć 4-metrową łatą.

Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

**6.4.4. Spadki poprzeczne warstwy wzmacniającej**

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

**6.4.5. Rzędne wysokościowe warstwy wzmacniającej**

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej warstwy wzmacniającej a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, - 2 cm.

**6.4.6. Ukształtowanie osi warstwy wzmacniającej**

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

**6.4.7. Grubość warstwy wzmacniającej**

Grubość warstwy wzmacniającej nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż +10%, -15%, lecz nie więcej niż  $\pm 1$  cm.

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

**6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej podbudowie stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inżyniera.

Jeżeli szerokość warstwy wzmacniającej jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

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

**6.5.2. Niewłaściwa grubość warstwy**

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę warstwy wzmacniającej przez zerwanie wykonanej warstwy, usunięcie zerwanego materiału i ponowne wykonanie warstwy o odpowiednich właściwościach i o wymaganej grubości. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, na koszt Wykonawcy.

**6.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość na ściskanie oraz nośność warstwy**

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

**7. Obmiar robót**

**7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru podano w ST "Wymagania ogólne".

## 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest 1 m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanej warstwy wzmacniającej z mieszanki związanej cementem.

## 8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST "Wymagania ogólne". Inżynier oceni wyniki badań i pomiarów przedłożone przez Wykonawcę zgodnie z niniejszą ST.

W wypadku stwierdzenia usterek, Inżynier ustali zakres robót poprawkowych do wykonania. Wykonawca wykona je na koszt własny w ustalonym terminie.

## 9. Podstawa płatności

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST D.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Płatność za 1 m<sup>2</sup> wykonanej warstwy wzmacniającej należy przyjmować zgodnie z obmiarem, oceną jakości użytych materiałów i oceną jakości wykonanych robót, na podstawie wyników pomiarów i badań.

Zgodnie z Dokumentacją Projektową należy wykonać:

- warstwę wzmacniającą podłoże z kruszywa stabilizowanego cementem o  $R_m=2.5$  MPa grubości 10 cm (mieszanka związana cementem z betoniarni o klasie wytrzymałości  $C_{1.5/2.0} \leq 4.0$  MPa):
  - w zakresie odtwarzanej nawierzchni zjazdu.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania robót obejmuje:

- prace pomiarowe i przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- opracowanie recepty laboratoryjnej wraz z przeprowadzeniem wymaganych badań,
- zakup i 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,
- zabezpieczenie (podpora) brzegów warstwy,
- przeprowadzenie niezbędnych badań laboratoryjnych i pomiarów wymaganych w specyfikacji technicznej,
- pomiar geodezyjny warstwy wzmacniającej z kruszywa stabilizowanego cementem.

## 10. Przepisy związane

***W przypadku niedatowania norm lub przywołania starszego wydania normy obowiązuje każdorazowo najnowsze jej wydanie.***

EN 14227-1:	Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania. Część 1: Mieszanki związane cementem.
PN-EN-933-1	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1 : Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
PN-EN-13242	Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
PN-EN-13286-1	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 1: Metoda oznaczania laboratoryjnej referencyjnej gęstości i wilgotności. Wprowadzenie, wymagania i pobieranie próbek.
PN-EN-13286-2	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2 : Metody określania gęstości w odniesieniu do zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.

PN-EN-13286-41	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
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.
PN-EN 197-1:2002.	Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku
PN-EN-196	Metody badania cementu
PN-B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
PN-B-06714-12	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenia zawartości zanieczyszczeń obcych
PN-B-06714-26	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń organicznych
PN-EN 197-2	Ocena zgodności
PN-EN-1008	Woda zarobowa do betonów.
BN-88/6731-08	Cement. Transport i przechowywanie
BN-64/8931-01	Drogi samochodowe. Oznaczenia wskaźnika piaskowego
BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą
PN-S-96012:1997	Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.

Rozporządzenie MTiGM z dn. 02.03.1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 43 poz. 430).

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