

## **STD - 05. PODBUDOWA Z GRUNTU LUB KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM Z ZASTOSOWANIEM ŚRODKA JONOWYMIENNEGO**

### **1. Wstęp**

#### **1.1 Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego dla celów drogowych w ramach zadania o którym mowa w punkcie 1.

Przedmiotowe rozwiązanie polegające na zastosowaniu cementu wraz z dodatkiem jonowymiennym ma na celu wykonanie podatnej podbudowy zasadniczej. Środek jonowymienny ma zagwarantować trwałość uzyskanych parametrów, wyszczególnionych w niniejszej ST oraz dokumentacji projektowej. Uzyskanie wymaganej nośności określonej w tablicy 4, pkt. 2.6 ST nie gwarantuje trwałości konstrukcji drogowej. Środek jonowymienny oprócz uzyskania wymaganych parametrów nośności warstwy, powinien zagwarantować uzyskanie wymaganych parametrów wytrzymałości na ściskanie, współczynników mrozoodporności oraz ograniczyć możliwość pęcznienia oraz skurczu warstwy podbudowy zasadniczej narażonej na niszczące działania wody i mrozu.

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

Specyfikacja techniczna jest dokumentem przetargowym i kontraktowym przy zlecaniu, wykonywaniu i odbioru robót wymienionych w punkcie 1.1

#### **1.3 Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej ST dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem portlandzkim z dodatkiem jonowymiennym. Podbudowę z mieszanki gruntowej lub gruntowo – kruszywowej wykonuje się zgodnie z dokumentacją projektową jako jedną monolityczną warstwę nośną, pełniącą rolę zarówno ulepszanego podłoża jak i podbudowy zasadniczej.

#### **1.4 Określenia podstawowe**

**1.4.1 Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego** - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo - gruntowej z dodatkiem środka jonowymiennego która po osiągnięciu właściwych parametrów wytrzymałości na ściskanie oraz współczynnika mrozoodporności, stanowi fragment nośnej części podbudowy lub nawierzchni drogowej.

**1.4.2 Mieszanka cementowo - gruntowa z dodatkiem środka jonowymiennego** - mieszanka gruntu lub gruntu z kruszywem wraz z dodatkiem środka jonowymiennego, cementu portlandzkiego i wody.

**1.4.3 Grunt stabilizowany cementem z dodatkiem środka jonowymiennego** - mieszanka gruntu, cementu, dodatku środka jonowymiennego i wody, stwardniała w wyniku działania procesów wiązania cementu i procesów chemicznych związanych z działaniem środka jonowymiennego.

**1.4.4 Środek jonowymienny** - białawy jonowymienny proszek o bardzo wysokiej jakości, składający się z m.in. z zeolitów oraz z zasad i pierwiastków ziem rzadkich, uzupełniony, związkami zasadowymi i innymi substancjami wiążącymi. Środek jonowymienny jest dodatkiem stosowanym w połączeniu z czystym cementem portlandzkim. Środek jonowymienny powoduje szereg złożonych reakcji powodujących przyspieszenie reakcji wiązania cementu oraz aktywizuje proces krystalizacji przez formowanie długo - igłowych połączeń krystalicznych.

**1.4.5 Kategoria ruchu (KR 1 – KR 7)** – obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” – Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 r. [1]

**1.4.6** Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST-00

### **2. MATERIAŁY**

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

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3]

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej oraz STWiORB.

## 2.2 Cement

Należy stosować tylko cementem portlandzki CEM I 32,5 lub CEM I 42,5 wg PN-EN-197-1:2012 [4]. Zgodność cementu z wymaganiami PN-EN 197-1:2012 dotyczącymi właściwości mechanicznych, fizycznych i chemicznych jest potwierdzona, jeżeli spełnione są kryteria zgodności określone w odpowiednich punktach w/w normy.

Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN-EN-197-1:2012 [4].

L.p.	Właściwości		32,5 N	32,5 R	42,5 N	42,5 R
1	Skład chemiczny	Klinkier	95- 100 %			
		Składniki drugorzędne	0 – 5 %			
2	Wytrzymałość wczesna	Po 2 dniach [MPa]	-	≥ 10,0	≥ 10,0	≥ 20,0
		Po 7 dniach [MPa]	≥ 16,0	-		
3	Wytrzymałość normowa	Po 28 dniach [MPa]	≥ 32,5 ≤ 52,5		≥ 42,5 ≤ 62,5	
4	Początek czasu wiązania		≥ 75 min		≥ 60 min	
5	Stołość objętości (rozszerzalność)		≤ 10 mm			
6	Zawartość SO <sub>3</sub>	Badanie według EN 196-2	≤ 3,5 % *		≤ 3,5 % *	≤ 4,0 % *
7	Pozostałość nierozpuszczalna	Badanie według EN 196-2, oznaczenie pozostałości nierozpuszczalnej w kwasie chlorowodorowym i węglanie sodu	≤ 5,0 % *			
8	Strata prażenia	Badanie według EN 196-2	≤ 5,0 % *			
9	Zawartość chlorków	Badanie według EN 196-2	≤ 0,1 % *			

\*Wymagania podano jako procent masy gotowego cementu.

Warunki przechowywania cementu powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN-197-1:2012 [4]. W przypadku gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inspektora Nadzoru tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

## 2.3 Grunty

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem z zastosowaniem środka jonowymiennego w warstwie podbudowy zasadniczej bezpośrednio pod nawierzchnię asfaltową, należy określić na podstawie pobranych próbek bezpośrednio na budowie w obecności Kierownika Budowy i Inspektora Nadzoru.

Recepturę opracowuje przedstawiciel środka jonowymiennego na prośbę Wykonawcy, na podstawie i z użyciem materiałów dostępnych na budowie. Opracowana recepta musi spełniać wymagania stawiane w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej. Za opracowaną receptę odpowiada przedstawiciel środka jonowymiennego. Przedstawiciel środka jonowymiennego ma obowiązek zachowania co najmniej 2500 g gruntu rodzimego i co najmniej 2 sztuk cylindrów testowych służących przygotowaniu receptury. Na żądanie Inwestora grunt, cylindry testowe, próbka zastosowanego preparatu jonowymiennego oraz próbka zastosowanego cementu muszą zostać udostępnione Inwestorowi. Inwestor może wykorzystać je w

celu wykonania spektrometrycznych badań porównawczych pod mikroskopem elektronowym. Badania takie mogą zostać zarządzane przez Inwestora we wszystkich przypadkach wzbudzających jakiegokolwiek wątpliwości. Inwestor ma prawo zażądać okazania lub wprost przekazania tych cylindrów i próbek materiałów przed przystąpieniem do prac związanych ze stabilizacją gruntu rodzimego. Cylindry testowe, próbki gruntu w ilości 2500 g, próbki preparatu jonowymiennego w ilości 250 g, próbka zastosowanego cementu portlandzkiego należy przechowywać zgodnie z obowiązującymi normami przez okres udzielanej gwarancji. Dodatkowo podczas wykonywania robót należy pobrać dwie próbki dla możliwości porównania z opracowaną receptą. Minimalny okres przechowywania to 2 lata. Na żądanie Inwestora należy je udostępnić. W przypadkach wątpliwych na żądanie Inwestora, recepta musi być potwierdzona przez producenta środka jonowymiennego lub firmę / osobę upoważnioną przez producenta do opracowania receptur z zastosowaniem preparatu jonowymiennego przed zastosowaniem go na budowie.

**Dodatkowo Inwestor może wymagać ciągłej obecności przedstawiciela firmy dostarczającej środek jonowymienny podczas wykonywania robót budowlanych związanych z wbudowaniem. Zadaniem przedstawiciela jest ciągła kontrola dozowanego środka wraz z wymieszaniem, zagęszczeniem i pielęgnacją warstwy.**

Grunty muszą być stabilizowane cementem portlandzkim bez domieszek i środkiem jonowymiennym przystosowanym do podbudów zasadniczych jako warstw nośnych bezpośrednio pod nawierzchnię asfaltową. Przy stabilizacji gruntu należy zastosować specjalne maszyny (recyklery lub inne mieszarki drogowe), umożliwiające dokładne rozdrobnienie i odpowiednie przemieszanie z cementem i środkiem jonowymiennym. W przypadkach braku możliwości uzyskania zhomogenizowanej mieszaniny, wymaga się wykonać co najmniej dwukrotne mieszanie. Grunt przeznaczony do stabilizacji nie powinien posiadać frakcji większych niż 200 mm.

Do wykonywania warstw nośnych w podbudowie zasadniczej z zastosowaniem środków jonowymiennych, dopuszcza się stosowanie gruntów o zawartości części organicznych do 10% oraz o  $\text{pH} \geq 3$ . Jako materiał gruntowy, można stosować grunt rodzimy lub mieszkankę gruntu i materiału doziarniającego wytworzoną w wyniku potrzeby uzupełnienia brakujących frakcji. Dla zapewnienia możliwości występowania w gruncie określonych reakcji takich jak wymiana jonowa oraz zapewnienie właściwej pracy podbudowy posiadającej charakterystykę warstwy podatnej, wymaga się występowania gruntów o określonych parametrach.

Wymagania dla gruntów rodzimych lub wytworzonych w wyniku potrzeby uzupełniania brakujących frakcji mieszanki przedstawia tablica 2.

Tablica 2 – Wymagania dla gruntów rodzimych lub wytworzonych w wyniku potrzeby uzupełnienia brakujących frakcji mieszanki.

L.p.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metoda badań według
1	Zawartość frakcji $\leq 0,075$ mm	% [m/m]	$\geq 8$	PN-EN 933-1
2	Zawartość części organicznych	% [m/m]	$\leq 10$	PN-B-04481
3	Zawartość siarczanów	% [m/m]	$\leq 1$	PN-B-04481
4	pH	-	$\geq 3$	PN-ISO 10390

Poszczególne wymagania dla gruntów rodzimych podane w tablicy 2 są charakterystyczne dla większości dodatków wykorzystywanych przy stabilizacji w warstwie ulepszanego podłoża. Jako że grunt rodzimy jest stabilizowany w warstwie podbudowy zasadniczej, wymaga się aby dodatek jonowymienny dopuszczał możliwość stabilizacji gruntów w warstwie podbudowy zasadniczej zgodnie z wymaganiami podanymi w tablicy 2.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji cementem przy użyciu środka jonowymiennego jest uzyskanie wymaganych parametrów i współczynników:

- Parametr wytrzymałości na ściskanie  $R_7, R_{28}$  [MPa]
- Współczynnik mrozoodporności po 28 dniach  $R_{ZO/28}$
- Współczynnik zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego próbą mrożenia  $\Delta l$  [%]: interpretacja wyników zgodnie z ZTV Beton – StB [10]

#### 2.4 Środek jonowymienny

Przy stabilizacji gruntów cementem należy zastosować środek jonowymienny reagujący z jonami cementu. Nie dopuszcza się stosowania środka jonowymiennego w formie płynnej oraz o odczynie kwaśnym. Zastosowany środek jonowymienny powinien spełniać wymagania podane w tablicy 3 i posiadać aktualny atest higieniczny Państwowego Zakładu Higieny (PZH) i opinie Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR). Dla zapewnienia ochrony środowiska i bezpieczeństwa inwentarza żywego, z Atestu Higienicznego PZH musi jednoznacznie wynikać iż zastosowany środek jonowymienny jest substancją mineralną stosowaną w inżynierii lądowej. Należy zastosować środek jonowymienny który nie stanowi niebezpieczeństwa dla ludzi i inwentarza żywego w przypadku zanieczyszczenia użytecznych poziomów wodonośnych. Dodatkowo w związku z możliwością występowania gruntów o zmiennej granulometryczności oraz wysokiej zawartości części organicznych, środek jonowymienny musi spełniać wymagania umożliwiające jego zastosowanie dla gruntów o właściwościach wyszczególnionych w tablicy 2 niniejszej ST.

Tablica 3

L.p.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metoda badań według
1	Postać	-	proszek	ocena wizualna
2	Barwa	-	szara	ocena wizualna
3	Gęstość w temp 20°C	g/cm <sup>3</sup>	0,9 – 1,1	PN-B-04481 [6]
4	pH	-	≥ 8	PN-EN ISO 10523:2012
5	Rozpuszczalność w wodzie	-	całkowicie rozpuszczalny	ocena wizualna
6	Higroskopijność – podatność na absorpcję wody z otoczenia	-	absorpcja wody	Ocena wizualna

**Wymaga się aby zastosowany środek jonowymienny był przeznaczony do wykonywania stabilizacji w warstwie podbudowy zasadniczej bezpośrednio pod warstwy z mieszanek mineralno – asfaltowych, dla kategorii obciążenia ruchem do KR 4.**

## 2.5 Woda

Woda wykorzystywana podczas stabilizacji z użyciem środka jonowymiennego oraz użyta do pielęgnacji wykonanej warstwy, powinna być zgodna z wymaganiami normy PN-EN 1008:2004 – "Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu" [9]. Bez konieczności przeprowadzania badań laboratoryjnych, zaleca się stosowanie wody pitnej.

## 2.6 Wymagania dla warstwy podbudowy zasadniczej stabilizowanej cementem z zastosowaniem środka jonowymiennego

Skład mieszanki gruntu stabilizowanego cementem z zastosowaniem środka jonowymiennego zależy od jej przeznaczenia, kategorii ruchu, założeń projektowych oraz osiągniętych parametrów i współczynników służących przygotowaniu receptury wyszczególnionych w punkcie 2.3 niniejszej ST. Środek jonowymienny należy dozować w niezmienniej ilości do masy stabilizowanego gruntu. Stabilizowany grunt należy doprowadzić do wilgotności optymalnej z tolerancją + 10% - 0% jej wartości określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481. [6]

Przy ustalaniu właściwego składu mieszanki należy uwzględnić dodatek cementu, dodatek środka jonowymiennego oraz niezbędną ilość wody. Właściwy skład mieszanki powinien być ustalony doświadczalnie na podstawie próbnych wyników badań wytrzymałości na ściskanie, mrozoodporności oraz współczynnika  $\Delta l$  [%] zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego próbą mrożenia.

Wymaga się aby podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem z zastosowaniem środka jonowymiennego spełniała wymagania określone w tablicy 4.

Tablica 4 – Wymagania dla gruntów stabilizowanych cementem z dodatkiem środka jonowymiennego w warstwie podbudowy zasadniczej

L.p.	Parametr docelowy	Wymagania	Metoda badań według
1	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą po 7 dniach $R_{m7}$ [MPa]	od 1,5 do 2,5	PN-S-96012:1997 [11] *1)
2	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą po 28 dniach $R_{m28}$ [MPa]	od 2,5 do 6,0	PN-S-96012:1997 [11] *1)
3	Wskaźnik mrozoodporności $R_{ZO/28} / (J/R_{28})$	$\geq 0,8$	PN-S-96012:1997 [11] *1)
4	Moduł sprężystości wtórnej $Ev_2$ [MPa] mierzony po 48 godzinach od zagęszczenia	$\geq 200$	-
5	Współczynnik $\Delta l$ [%] zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego próbą mrożenia.	$\leq 1\%$	ZTV Beton – StB [10] *2)

### 2.6.1 Metodologia badań według PN-S-96012:1997 oraz badanie nośności warstwy podbudowy zasadniczej

Rm<sub>7</sub> – próbki przechowywane są w stanie powietrzno-wilgotnym przez 7 dni, po czym nasycane wodą w aparacie próżniowym, lub po 3 dniowej pielęgnacji z zabezpieczeniem przed wysychaniem próbki powinny być zanurzone przez 1 dzień na głębokość 1 cm a następnie przez następne 3 dni całkowicie zanurzone w wodzie.

Rm<sub>28</sub> – próbki przechowywane są w stanie powietrzno-wilgotnym przez 14 dni i 14 dni w wodzie

R<sub>ZO/28</sub> – próbki przechowywane są w stanie powietrzno-wilgotnym przez okres 14 dni a następnie podaje się cyklom zamrażania i odmrażania w wodzie.

Ev<sub>2</sub> – badanie modułu sprężystości wtórnej należy wykonać po 48 godzinach od wykonywania stabilizacji. W przypadku niesprzyjających warunków atmosferycznych (długotrwały deszcz, temperatura poniżej +6°C) w okresie dojrzewania, badanie modułu sprężystości wtórnej można przeprowadzić po 72 godzinach od wykonania zagęszczenia.

### 2.6.2 Metodologia badań współczynnika zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego próbie mrożenia według ZTV Beton StB

Do przeprowadzenia badań mrozoodporności niezbędne jest następujące oprzyrządowanie: komora zamrażalnicza o wymuszonym obiegu powietrza utrzymująca temperaturę minus 17,5°C +/- 2,5 °C, waga uniwersalna o dokładności do 0,2%, suwmiarka, filc na bazie wełny o średnicy 170 mm, waga sucha 70g, waga nasiąkniętego filcu ok. 300g, pojemnik z zamykaną pokrywą, wanna z płaskim dnem lub pojemnik.

Próbki do badań mrozoodporności należy przygotować zgodnie z normą PN-S-96012:1997 [11] z zastrzeżeniem iż cylinder użyty do badania powinien mieć wysokość 120 mm oraz średnicę 100 mm. Próbki należy przechowywać tak jak do badania wytrzymałości i badać po 28 dniach dojrzewania. Należy oznaczyć po trzy punkty pomiarowe na każdej powierzchni czołowej próbki, w celu późniejszego określenia wydłużenia próbki. Punkty pomiarowe należy oznaczyć w taki sposób aby kąt pomiędzy prostymi wychodzącymi od środka próbki do wyznaczonych punktów wynosił 120°. Przeprowadzić pomiar długości w wyznaczonych punktach pomiarowych oraz zważyć próbki. Pomiary długości należy uśrednić. Umieścić filc w pojemniku i dodać taką ilość wody aby filc był zanurzony na ¾ swojej wysokości. Temperatura wody powinna wynosić 20°C +/- 2°C. Badaną próbkę umieścić na filcu, powierzchnią czołową (aby próbka mogła wchłaniać wodę), bez przykrycia na czas 4 godzin.

Po 4 godzinach ponownie przeprowadzić pomiar długości oraz zważyć próbkę. Następnie próbkę należy umieścić w komorze zamrażalniczej ochłodzonej do temperatury - 17,5°C. Próbki należy ułożyć zachowując odstępy między nimi oraz ścianami komory co najmniej 50 mm. Próbka nie może bezpośrednio swoją powierzchnią dotykać ścian komory. Próbka winna być pozostawiona w komorze zamrażalniczej na czas 8 godzin. Po 8 godzinach, zamrożoną próbkę należy wyjąć i poddać ważeniu i mierzeniu. Czynność tą należy dokonać zaraz po wyjęciu próbki z komory zamrażalniczej. Próbkę pozostawić w pojemniku z filcem na czas 7 godzin w temperaturze +20°C +/- 2°C i wilgotności powietrza 95%. Należy zwrócić uwagę aby próbka została ułożona przeciwną stroną na filcu zanurzonym w wodzie do ¾ jego wysokości. Pojemnik należy zamknąć aby utrzymać wymaganą wilgotność powietrza. Po upływie 7 godzin próbkę należy zmierzyć i zważyć. Po upływie kolejnych 7 godzin próbkę ponownie wkładamy do komory zamrażalniczej w celu jej powtórnego zamrożenia na czas 8 godzin. Czynności związane z mrożeniem i odmrażaniem należy powtórzyć 12 razy, pamiętając próbka była zwracana każdorazowo inną stroną do materiału filcowego. Po przeprowadzeniu 12 cykli mrożenia i odmrażania należy zbadać liniowe wydłużenie próbki. Badanie zmiany długości próbki należy przeprowadzić suwmiarką w oparciu o wcześniejsze naznaczone punkty pomiarowe. Pomiary z trzech punktów należy uśrednić. Następnie uśrednione parametry (przed mrożeniem i po mrożeniu) należy podstawić do wzoru poniżej:

$$\Delta l = \frac{L_2 - L_1}{L_1} * 100 \%$$

gdzie:

$L_1$  – średnia długość próbki z trzech punktów pomiarowych przed nasycaniem próbki wodą

$L_2$  – średnia długość próbki z trzech punktów pomiarowych po 12 cyklu zamrażania

Analiza wyników: mieszankę gruntowo cementową z dodatkiem środka jonowymiennego uznaje się odporną na działanie mrozu w przypadku gdy wartość  $\Delta l$  nie przekracza 1 %

### **3. SPRZĘT**

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

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] w pkt 1.7.

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Odpowiedni dobór sprzętu w stosunku do zaprojektowanej technologii wykonania podbudowy zasadniczej, pozostawia się do decyzji Wykonawcy, niemniej jednak sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy oraz uzgodniony i zaakceptowany przez Inżyniera.

#### **3.2 Sprzęt stosowany do wykonania robót**

W przypadku wytwarzania mieszanki cementowo – gruntowej z dodatkiem środka jonowymiennego metodą mieszania bezpośrednio na podłożu gruntowym w korycie drogi:

- samojezdny lub doczepny rozsyrywacz cementu umożliwiający precyzyjne rozsypanie w korycie drogi w ilościach zgodnych z receptą
- samojezdny lub doczepny rozsyrywacz środka jonowymiennego umożliwiający precyzyjne rozsypanie w korycie drogi w ilościach zgodnych z receptą.
- recykler drogowy lub gruntomieszarka gwarantująca uzyskanie zhomogenizowanej mieszaniny gruntu, cementu oraz środka jonowymiennego.
- przewoźne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenie do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody bezpośrednio na rotor.
- równiarki służące do profilowania powierzchni stabilizacji do wymaganych spadków poprzecznych i podłużnych. Dopuszcza się równiarki doczepne lub samojezdne.
- cysterna z wodą wyposażona w zraszacz lub węże nawadniające dla pielęgnacji warstwy podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] pkt. 1.8

#### **4.2 Transport materiałów**

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z zaleceniami producenta.

Środek jonowymienny powinien być transportowany w zamkniętych i szczelnych opakowaniach zgodnie z zaleceniami producentów / dostawców. Zaleca się stosowanie środków transportów które uniemożliwiają przedostanie się wody / wilgoci z otoczenia co może spowodować pogorszenie walorów użytkowych. Środek jonowymienny powinien być przechowywany w pomieszczeniach zamkniętych z zabezpieczeniem przed zawilgoceniem i wpływem niskiej temperatury otoczenia. Niezależnie od sposobu pakowania środka jonowymiennego, zaleca się aby środek składować na przystosowanych do tego drewnianych paletach.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

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

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] pkt. 1.9

### **5.2 Warunki przystąpienia do robót**

Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zmarznęte i podczas opadów deszczu, oraz w okresie gdy temperatura otoczenia jest niższa od +5°C. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu cementem z dodatkiem środka jonowymiennego, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na wystąpienie spadków temperatury poniżej +5°C w czasie najbliższych 7 dni. W przypadku wykonywania podbudowy w okresach temperatury powietrza oscylującej w zakresie +5°C do +10°C należy liczyć się na wolniejszy przyrost nośności warstwy ze względu na wolniejszy proces odparowania nadmiaru wilgoci ze stabilizowanej mieszanki gruntu, cementu i środka jonowymiennego.

Nie zaleca się przystępowania do robót w okresach prognozowanych obfitych opadów deszczu lub śniegu oraz silnego wiatru. Wykonawca na bieżąco powinien kontrolować prognozy pogody ze względu na niebezpieczeństwo nadmiernego zawilgocenia mieszanki gruntowo cementowej z dodatkiem środka jonowymiennego. W przypadku nieuchronności wystąpienia opadów atmosferycznych przed przystąpieniem do robót na niezagęszczoną powierzchnię, konieczne jest zawałowanie / zagęszczenie celem zabezpieczenia gruntu przed nadmierną absorpcją wilgoci. W przypadku wykonanego koryta, dodatkowo należy wykonać przepusty umożliwiające swobodny odpływ nagromadzonej wody opadowej. Po ustąpieniu opadów należy ponownie przystąpić do prac, poprzedzając je zbadaniem wilgotności naturalnej gruntu. Wilgotność naturalna gruntu powinna mieścić się w zakresie wyznaczonej wilgotności optymalnej gruntu z tolerancją + 10%, - 0%. W przypadku wystąpienia silnych podmuchów wiatru, zaleca się stosowanie specjalnych przegród na rozsypywacze spoiw uniemożliwiających rozpylanie cementu lub środka jonowymiennego do atmosfery.

**Przed przystąpieniem do robót Wykonawca dostarczy Inspektorowi do akceptacji receptę laboratoryjną z dokładną ilością cementu oraz środka jonowymiennego, rodzajem cementu, rodzajem środka jonowymiennego, które wykonawca ma zamiar zastosować. Recepta powinna być opracowana w oparciu o przeprowadzane badania laboratoryjne przez wyspecjalizowane laboratorium. Recepta powinna zawierać następujące informacje:**

- Ilość i rodzaj cementu [kg/m<sup>2</sup>]
- Ilość i rodzaj dodatku jonowymiennego [kg/m<sup>2</sup>]
- Procentowa zawartość frakcji  $\leq 0,075$  mm
- Zawartość części organicznych
- Wilgotność naturalna
- Wilgotność optymalna
- Wytrzymałość na ściskanie cylindrów testowych po 7 dniach  $R_{m7}$  [MPa]

**Rozpoczęcie prac związanych z rozsypywaniem cementu i środka jonowymiennego może odbyć się tylko i wyłącznie po udzieleniu pisemnej zgody Inspektora Nadzoru lub innej osoby upoważnionej przez Inwestora. W przypadkach wątpliwych, Inspektor może nakazać dodatkowych badań takich jak: wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji  $R_{m28}$  [MPa], wskaźnik mrozoodporności  $R_{Z,28} / (J/R_{28})$  [MPa] oraz współczynnik zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego próbą mrożenia  $\Delta l$  [%]**

### **5.3 Przygotowanie podłoża**

Podłoże gruntowe powinno zostać przygotowane zgodnie z wytycznymi projektowymi (przegłębienie, nasypy, profilowanie spadków poprzecznych i podłużnych) do głębokości projektowej warstwy podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem jonowyminnym. Brak wstępnego profilowania na podłożu o nierównomiernych kształtach, może skutkować brakiem stałej grubości warstwy podbudowy oraz nierównościami spowodowanymi nierównomiernym osiadaniem podczas procesu zagęszczania warstwy. Przy gruntach spoistych (gliniastych, pylastych, ilastych) zaleca się wcześniejsze spulchnienie gruntu, który umożliwi dokładniejsze wymieszanie mieszanki gruntowo – cementowej z dodatkiem środka jonowymiennego. **W**



**przypadku mocno zawilgoconego gruntu niezbędne jest wstępne osuszanie przy pomocy dodatku osuszającego – wapna.**

#### **5.4 Przygotowanie i rozsypanie cementu oraz środka jonowymiennego**

Rozsiewana ilość mieszaniny jonowymiennego środka z cementem dla danego typu gruntu i założeń projektowych została ustalona podczas badań laboratoryjnych przeprowadzonych zgodnie z wytycznymi niniejszej ST. Rozsiewanie należy przeprowadzić przy pomocy rozsypywaczy, montowanych na specjalnie do tego przystosowanych ciągnikach. Podczas kalibracji rozsypywaczy należy pamiętać o dokładnym przestrzeganiu ustalonych podczas badań laboratoryjnych proporcji rozsiewania.

Podczas prowadzenia robot budowlanych zaleca się aby w pierwszej kolejności rozsypać cement, zgodnie z ilościami określonymi w receptcie. Następnie należy rozsypać dodatek jonowymienny bezpośrednio na wcześniej rozsianą warstwę cementu, bezwzględnie przestrzegając ilości podanych w receptcie. Należy zaprzestać wszelkich prac związanych z rozsypywaniem dodatku jonowymiennego w przypadku gdy silne podmuchy wiatru, uniemożliwiają dokładne rozsypanie dodatku. W celu zabezpieczenia przed niekontrolowanym rozdmuchiwanym przez wiatr, rekomenduje się stosowanie specjalnych przesłon zamontowanych na rozsypywaczu by zminimalizować wspomniane zjawisko.

#### **5.5 Stabilizacja metodą mieszania na miejscu**

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu zaleca się użycie specjalistycznych mieszarek gwarantujących dokładne przemieszanie gruntu na wymaganą głębokość.

Grunt powinien być wymieszany z cementem i środkiem jonowymiennym w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególną uwagę należy zwrócić na jednorodność wymieszania gruntu w obrębie skrajnych pasów o szerokości od 30 do 40 cm, przyległych do prowadnic.

Czas od momentu rozłożenia środka jonowymiennego i pierwszego wymieszania nie powinien być dłuższy od 30 minut. W celu dokładnego wymieszania należy wykonać podwójne mieszanie mieszarkami. Czas od momentu dodania środka jonowymiennego do zakończenia zagęszczenia warstwy nie może przekroczyć 2 godzin.

Przy wykonywaniu stabilizacji należy zapewnić minimalną ilość sprzętu. Sprzęt musi zostać zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

#### **5.5 Grubość warstwy**

Grubość warstwy gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem jonowymiennym powinna być zgodna z dokumentacją projektową. Grubość poszczególnych warstw podbudowy z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem jonowymiennym nie powinna przekraczać 45 cm – przy mieszaniu na miejscu sprzętem specjalistycznym. Jeżeli projektowa grubość warstwy podbudowy zasadniczej jest większa od maksymalnej, to stabilizację należy wykonać w kilku warstwach.

#### **5.6 Profilowanie**

Profilowanie ostateczne do zaprojektowanych pochyłeń poprzecznych i podłużnych oraz przechyłek na łukach następuje po wstępnym zawałowaniu rozluźnionej w wyniku mieszania warstwy.

#### **5.7 Zagęszczanie**

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w ST.

Zagęszczanie podbudowy o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. 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. Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego wg BN-77/8931-12 [12] nie mniejszą niż  $I_s=1,00$ . Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczeniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urządzeń obcych. Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękane 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.

## **5.8 Spoiny robocze**

W miarę możliwości należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości. Jeśli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie obciążyć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obciążenia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 120 minut. Jeżeli w niżej położonej warstwie występują spoiny robocze, to spoiny w warstwie leżącej wyżej powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 50 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

## **5.10 Pielęgnacja warstwy**

Po wykonaniu zagęszczenia warstwy podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymennego, wymaga się utrzymania warstwy w stanie wilgotnym przez kilkukrotne polewanie / skropienie wodą w ciągu dnia, przez okres 48 godzin licząc od momentu finalnego zagęszczenia warstwy. Inne sposoby pielęgnacji zaproponowane przez Wykonawcę mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inspektora Nadzoru, zwłaszcza w przypadku układania dalszych warstw konstrukcyjnych bezpośrednio po wykonaniu stabilizacji.

Podbudowa zasadnicza po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inspektora Nadzoru, gotową podbudowę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy obciąża Wykonawcę robót. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw podbudowy uszkodzonych wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mroz. 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**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] pkt. 1.10

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

Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien wykonać badania gruntów przeznaczonych do wykonania warstwy podbudowy zasadniczej stabilizowanej cementem z dodatkiem środka jonowymennego. Wykonawca powinien przedstawić Inspektorowi Nadzoru receptę do akceptacji wraz z załączonymi badaniami laboratoryjnymi wykonanymi przez wyspecjalizowane laboratorium. Po stwierdzeniu że materiał mieści się w granicach wymaganego uziarnienia, lub zostanie do niego doprowadzony, Wykonawca w porozumieniu z dostawcą środka jonowymennego, wykona niezbędne badania laboratoryjne służące do określenia recepty. Decydującym kryterium przydatności mieszanki gruntowo cementowej z dodatkiem środka jonowymennego jest osiągnięcie wymaganych parametrów użytkowych takich jak wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach, współczynnika mrozoodporności oraz współczynnika zmiany długości całkowitej cylindra testowego poddanego

próbą mrożenia zgodnie z pkt 5.2 niniejszej ST. Dodatkowo na żądanie Inwestora, cylindry testowe służące przygotowaniu recepty, próbka cementu oraz próbka preparatu jonowymiennego muszą zostać udostępnione Inwestorowi. Inwestor może wykorzystać je w celu wykonania spektrometrycznych badań porównawczych pod mikroskopem elektronowym. W sytuacjach wątpliwych co do jakości zastosowanego preparatu jonowymiennego Inwestor może przeprowadzić dodatkowe badania.

### 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 gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego podano w tablicy 5.

Tablica 5 – Częstotliwość badań i pomiarów

L.p.	Wyszczególnienia badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie
1	Uziarnienie mieszanki gruntu	2	600 m <sup>2</sup>
2	Wilgotność mieszanki gruntu z cementem i dodatkiem jonowymiennym	2	600 m <sup>2</sup>
3	Rozdrobnienie gruntu (wykonuje się dla gruntów spoistych)	2	600 m <sup>2</sup>
4	Jednorodność i głębokość wymieszania	2	600 m <sup>2</sup>
5	Zagęszczenie warstwy	2	600 m <sup>2</sup>
6	Grubość podbudowy	3	600 m <sup>2</sup>
7	Ilość rozsianego środka jonowymiennego	5	400 m <sup>2</sup>
8	Ilość rozsianego cementu	5	400 m <sup>2</sup>
9	Moduł wtórnego odkształcenia wykonanej podbudowy	4	400 m <sup>2</sup>
10	Wytrzymałość na ściskanie po 7 i 28 dniach	6 próbek	600 m <sup>2</sup>
11	Mrozoodporność	3 próbki	600 m <sup>2</sup>
12	Współczynnik $\Delta I$ [%]	3 próbki	600 m <sup>2</sup>
13	Badanie cementu	przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie	
14	Badanie środka jonowymiennego	przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie	
15	Badanie wody	dla każdego wątpliwego źródła	
16	Badanie gruntu	dla każdego wątpliwego przypadku	
17	Wytrzymałość na ściskanie po 91 dniach	W przypadkach wątpliwych i przy projektowaniu konstrukcji o podniesionych walorach jakościowych	

### **6.3.2 Jednorodność i głębokość mieszania**

Głębokość mieszania mierzy się po zagęszczeniu warstwy z dokładnością do 1cm. Różnice nie mogą przekraczać  $\pm 1$ cm

### **6.3.3 Zagęszczenie warstwy**

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

### **6.3.4 Grubość podbudowy zasadniczej**

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.

### **6.3.5 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 wymieszanej przed jej zagęszczeniem. Próbki w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normami dotyczącymi poszczególnych rodzajów stabilizacji spoiwami. Próbki należy badać po 7 oraz po 28. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

### **6.3.6 Mrozoodporność**

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

### **6.3.7 Wskaźnik wydłużenia cylindra testowego podanego okresowym cykłem mrożenia**

Wskaźnik wydłużenia cylindra testowego poddanego okresowym cykłem mrożenia powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w ST.

### **6.3.8 Badanie cementu**

Dla każdej dostawy cementu, Wykonawca powinien stosować cement odpowiadający wymaganiom niniejszej ST.

### **6.3.9 Badanie środka jonowymiennego**

Dla każdej dostawy środka jonowymiennego, Wykonawca powinien stosować środek jonowymienny odpowiadający wymaganiom niniejszej ST.

### **6.3.10 Badanie wody**

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-EN 1008:2004 [9]

### **6.3.11 Badanie właściwości gruntu**

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

### **6.3.12 Badanie płytą statyczną**

Badanie należy wykonać na warstwie podbudowy zasadniczej za pomocą obciążenia statycznego płytą o średnicy 300 mm wg metody podanej w PN-S-02205:1998. [13] W przypadku nieuzyskania wymaganej nośności, badanie należy powtórzyć na drugi dzień lub później po odparowaniu nadmiaru wody z warstwy podbudowy.

### 6.3.13 Protokoły kontroli ilości wysianych składników

Wykonawca jest zobowiązany do stałej kontroli ilości rozścielanego środka jonowymiennego i cementu. Pomiary powinny być dokonywane zgodnie z tablicą 5. Protokoły wszystkich pomiarów powinny być sporządzane na bieżąco, podczas wykonywania prac. Protokoły kontroli ilości wysianych składników należy załączyć do protokołów odbiorów.

## 6.4 Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

### 6.4.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

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

Tablica 6 – Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy z gruntów stabilizowanych cementem z dodatkiem jonowymiennym

L.p.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	
1	Szerokość	20 razy na 1 km	
2	Równość podłużna	2	600 m <sup>2</sup>
3	Równość poprzeczna	2	600 m <sup>2</sup>
4	Spadki poprzeczne *)	2	600 m <sup>2</sup>
5	Rzędne wysokościowe	2	600 m <sup>2</sup>
6	Ukształtowanie osi w planie *)	3	600 m <sup>2</sup>
7	Grubość podbudowy	3	600 m <sup>2</sup>

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

### 6.4.2 Szerokość podbudowy zasadniczej

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

### 6.4.3 Równość podbudowy zasadniczej

Nierówności podbudowy zasadniczej, należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04 [14]. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą. Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

### 6.4.4 Spadki poprzeczne podbudowy zasadniczej

Spadki poprzeczne podbudowy zasadniczej powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją +/- 0,5 %.

### 6.4.5 Rzędne podbudowy zasadniczej

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

#### **6.4.6 Ukształtowanie podbudowy zasadniczej**

Oś podbudowy zasadniczej w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż +/- 5 cm.

#### **6.4.7 Grubość podbudowy zasadniczej**

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

### **6.5 Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy zasadniczej**

#### **6.5.1 Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy zasadniczej**

Jeżeli po wykonaniu badań na zagęszczonej podbudowie zasadniczej stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w pkt. 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 Inspektora Nadzoru. Jeżeli szerokość podbudowy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę zasadniczą przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości i wbudowanie nowej mieszanki.

### **7. Obmiar robót**

#### **7.1 Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] pkt. 1.11.

#### **7.2 Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) podbudowy zasadniczej z gruntów stabilizowanych cementem z zastosowaniem środka jonowymennego mierzonego po górnej krawędzi wykonanej warstwy.

### **8. Odbiór robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne” [3] pkt. 1.12.

W przypadku występowania w konstrukcji nawierzchni warstwy ścieralnej (ochronnej) lub tłuczniowej, warstwa podbudowy podlega odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWIORB i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji, dały wyniki pozytywne.

### **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy zasadniczej z gruntów stabilizowanych cementem z wykorzystaniem środka jonowymennego obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- spulchnienie gruntu,
- zakup, dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- pobranie próbek istniejącego gruntu,
- zaprojektowanie recepty,
- zakup środka jonowymennego,
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- wymieszanie gruntu rodzimego lub ulepszanego kruszywem ze spoiwem w korycie drogi,
- ewentualne doziarnienie istniejącego podłoża gruntowego zgodnie z opracowaną receptą,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- obmiar geodezyjny
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej
- załadowanie, wywiezienie, składowanie i utylizacja nadmiaru gruntu.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

- [1.] Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych - Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 r.
- [2.] ST-00 Specyfikacja Techniczna Zadania
- [3.] ST-00 Wymagania Ogólne
- [4.] PN-EN-197-1:2012 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
- [5.] PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego – metoda przesiewowa
- [6.] PN-B-04481 Grunty budowlane – Badania próbek gruntu
- [7.] PN-ISO 10390 Jakość gleby. Oznaczanie pH
- [8.] PN-EN ISO 10523 Jakość wody – Oznaczanie pH
- [9.] PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym odzyskanej z procesów produkcji betonu
- [10.] ZTV Beton- STB Additional technical conditions od contract and directives for the construction of base layers with hydraulic binders and concrete pavements
- [11.] PN-S 96012 Drogi samochodowe – Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
- [12.] BN-77/8931 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
- [13.] PN-S 02205 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania
- [14.] BN-68/8931 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni plano grafem i łata