

## **Stabilizacja podbudowy hydraulicznym spoiwem drogowym SILMENT CQ-25**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej.**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej S.T. są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem stabilizacji istniejącej podbudowy gruntowo-żwirowej spoiwem drogowym **SILMENT CQ-25**. podczas realizacji zadania pn. : „Przebudowa drogi Twierdza - Godek- Łysa Góra dz. nr ewid. 156,152/2, 151/35, 153/2, 158/1, 154/2, 255/2, 157/1, 367,369, 371, 373, 573/2, 556/2, 555/1, 555/4, 576/2, 620/1, 619/1, 551/4, w km 0+219 - 0+832 w miejscowościach Twierdza i Glinik Dolny”.

#### **1.2. Zakres stosowania SST**

Niniejsza specyfikacja techniczna (SST) stanowi podstawę opracowania dokumentów przetargowych i kontraktowych przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

#### **1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem stabilizacji podbudowy spoiwem drogowym **SILMENT**, o grubości i lokalizacji określonej w dokumentacji projektowej.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

1.4.1. **Silment CQ-25** AT/2008-03-1588 - sproszkowane, drobnoziarniste spoiwo hydrauliczne, otrzymane w wyniku wspólnego przemiału klinkieru cementowego i pucolany przemysłowej typu Q. Charakteryzuje się wysokim udziałem aktywnej krzemionki, co powoduje, że w zaprawach mineralnych następuje relatywnie szybki przyrost fazy CSH, odpowiedzialnej za wysoką wytrzymałość spoiw, ich hydrofobowość i podwyższoną odporność na warunki atmosferyczne.

1.4.2. Nawierzchnia z gruntu stabilizowanego drogowym spoiwem stabilizacyjnym **SILMENT CQ-25** - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki gruntu i spoiwa CQ-25, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi nośną nawierzchnię drogową.

1.4.3. Mieszanka gruntowo- spoiwowa CQ-25 - mieszanka gruntu, spoiwa **SILMENT CQ-25** i wody - dobranych w optymalnych ilościach, zapewniających uzyskanie odpowiedniej wytrzymałości i mrozoodporności.

1.4.4. Stabilizacja gruntu spoiwem **SILMENT CQ-25** - proces polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością spoiwa i wody oraz zagęszczeniu wytworzonej mieszanki.

1.4.5. Pozostałe określenia są zgodne z odpowiednimi normami polskimi, dotyczącymi warstw konstrukcji nawierzchni drogowych, stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi.

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

Ogólne wymagania dotyczące robót są zgodne z odpowiednimi normami polskimi, dotyczącymi warstw konstrukcji nawierzchni drogowych, stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi.

### **2.0. MATERIAŁY**

#### **2.1. Spoiwo SILMENT CQ-25**

Do stabilizacji należy używać spoiwo **SILMENT CQ-25**, którego okres przechowywania w warunkach powietrzno-suchych nie jest dłuższy niż 60 dni licząc od daty produkcji umieszczonej na liście przewozowym lub worku.

## **2.2. Grunty do stabilizacji spoiwem SILMENT CQ-25**

Do wykonywania nawierzchni z gruntów stabilizowanych spoiwem **SILMENT CQ-25** można stosować grunty niespoiste, grunty spoiste o granicy plastyczności mniejszej od 50 % lub grubo okruchowe o spoiwie ilastym. Najlepsze efekty uzyskuje się przy gruntach o wskaźniku piaskowym  $SE \leq 20$  oraz zawartości frakcji pyłowo-iłowych  $\geq 20,0$  %.

Zawartość części organicznych w gruncie nie powinna być większa niż 5 %.

Największy wymiar ziarna, oznaczony po przejściu recyklera nie powinien być większy niż 80 mm.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25**.

Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji spoiwem CQ-25 wówczas, gdy wyniki wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności są zgodne z założeniami przyjętymi w pkt. 2.5. niniejszej specyfikacji.

## **2.3. Woda**

Woda stosowana do stabilizacji gruntu i pielęgnacji gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** powinna odpowiadać wymaganiom **PN-B-32250**. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania zgodnie z powyżej podaną normą.

## **2.4. Grunt stabilizowany drogowym spoiwem hydraulicznym SILMENT CQ-25**

Grunt stabilizowany spoiwem **SILMENT CQ-25** powinien posiadać następujące właściwości:

- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach -  $R_{28} = 2,5 \div 5,0$  MPa
- wskaźnik mrozoodporności -  $n \geq 0,7$

Minimalna grubość warstwy nawierzchni o powyższych parametrach powinna wynosić 30 cm. po zagęszczeniu.

Zawartość spoiwa **SILMENT CQ-25** należy przyjmować w granicach 5 % do 10 % ( $m/m$ ) liczonych do masy suchego gruntu, zależnie od rodzaju i uziarnienia gruntu. Maksymalna zawartość spoiwa w mieszance grunt-**SILMENT CQ-25** nie powinna przekraczać 10 %.

## **3.0. SPRZĘT**

Wykonawca przystępujący do wykonania nawierzchni z gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** metodą "na miejscu" powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- rozsypywarek
- specjalistycznych mieszarek wieloprześciowych lub jednoprześciowych o możliwości mieszania do głębokości 50 cm
- równiarek
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych

## **4.0. TRANSPORT**

Spoiwo **SILMENT CQ-25** należy transportować cementowozami. Do każdej dostawy należy dołączyć:

- nazwę i adres producenta
  - nazwę wytwórni
  - datę wysyłki
  - okres gwarancji
  - numer rejestracyjny pojazdu
  - zleceniodawcę, numer zlecenia, odbiorcę
  - informację, że wyrób posiada Aprobata Techniczną IBDiM NR AT/2008-03-1588
- Spoiwo **SILMENT CQ-25** może być również workowane na życzenie odbiorcy.

W tym przypadku, należy stosować środki transportu zabezpieczające worki przed zawilgoceniem i uszkodzeniem.

## **5.0. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Warunki przystąpienia do robót**

Nawierzchnia z gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** nie może być wykonywana wtedy, gdy warstwa gruntu do stabilizacji jest zamarznięta i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5 °C w ciągu najbliższych 7 dni.

### **5.2. Przygotowanie podłoża**

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania warstwy nawierzchni z gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** powinny być wcześniej przygotowane. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

### **5.3. Odcinek próbny**

Jeżeli Zamawiający uznał za konieczne wykonanie odcinka próbnego, to co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny i przedstawić Zamawiającemu do zatwierdzenia recepturę laboratoryjną mieszanki.

Wykonawca powinien wykonać odcinek w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do wykonania warstwy nawierzchni jest właściwy,
- ustawienia parametrów sprzętu,
- określenia grubości warstwy gruntu w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia potrzebnej liczby przejść walców do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia warstwy.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć sprzętu, takiego jaki będzie stosowany do wykonywania nawierzchni.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić min 300 m<sup>2</sup>.

Wykonawca może przystąpić do wykonywania robót po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Zamawiającego.

### **5.4. Skład mieszanki gruntu i spoiwa SILMENT CQ-25**

Roboczy skład mieszanki, w ilościach składników na 1 m<sup>2</sup> warstwy nawierzchni powinien zostać obliczony na podstawie receptury laboratoryjnej w sposób następujący:

Ilość potrzebnego spoiwa **SILMENT CQ-25** na 1 m<sup>2</sup> stabilizowanej warstwy nawierzchni:

$$S = \rho^m_{d \max} \cdot h \cdot X$$

Ilość potrzebnej wody na 1 m<sup>2</sup> stabilizowanej warstwy nawierzchni:

$$W = \rho^m_{d \max} \cdot h \cdot (w^m_{opt} - w^m_n)$$

gdzie:

S - ilość spoiwa **SILMENT CQ-25**, [kg]

W - ilość wody, [litr]

$\rho^m_{d \max}$  - maksymalna gęstość mieszanki gruntu i spoiwa **SILMENT CQ-25**, oznaczona metodą I lub II wg PN-B-04481:1998, [kg/m<sup>3</sup>]

$w^m_{opt}$  - wilgotność optymalna mieszanki gruntu i spoiwa **SILMENT CQ-25**, wyrażona ułamkiem dziesiętnym, oznaczona metodą I lub II wg PN-B-04481:1998.

$w^m_n$  – wilgotność naturalna mieszanki gruntu i spoiwa **SILMENT CQ-25**, wyrażona

ułankiem dziesiętnym.

h - grubość stabilizowanej warstwy, [metr]

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

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu stabilizowanego spoiwem SILMENT CQ-25, zgodnych z wymaganiami określonymi w p. 2.5.

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

Grunt przewidziany do stabilizacji powinien być spulchniony i rozdrobniony poprzez wstępne przejście mieszarki. Po spulchnieniu gruntu należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowsów, zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10 % jej wartości, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

W przypadku warunków atmosferycznych, które nie pozwalają na powietrzne osuszanie należy zwiększyć udział w mieszance spoiwa SILMENT CQ-25 w celu wstępnego osuszenia.

**SILMENT CQ-25** należy dodawać do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszanego gruntu w ilości ustalonej laboratoryjnie.

Grunt powinien być wymieszany ze spoiwem w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Mieszanie składników bezpośrednio na drodze powinno być wykonywane do czasu uzyskania przez mieszankę jednorodnego wyglądu na całej grubości, spulchnionej w trakcie mieszania warstwy. Czas od momentu rozłożenia spoiwa **SILMENT CQ-25** na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien przekroczyć 2 h. Po wymieszananiu gruntu ze spoiwem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Jeżeli jej wilgotność jest mniejsza od optymalnej o więcej niż 20 %, należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż + 10 %, - 20 % jej wartości.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do wymaganych w dokumentacji projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych.

Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

W celu zwiększenia trwałości nawierzchni oraz poprawy jej szorstkości wskazane jest wykończenie jej powierzchni warstwą kruszywa łamanego. W tym celu należy po wstępnym zgęszczeniu rozłożyć na całej szerokości warstwę kruszywa łamanego o uziarnieniu 8/63 lub alternatywnym grubo okruchowym grubości ca. 10 cm. Kruszywo należy "wtłoczyć" w warstwę stabilizacji poprzez niezwłoczne zagęszczenie.

Dopuszcza się utrwalenie powierzchni w inny sposób.

### **5.6. Grubość warstwy**

Grubość warstwy zależna jest od możliwości użytego sprzętu.

Jeżeli grubość warstwy jest większa od maksymalnej możliwej do stabilizacji, to stabilizację należy wykonać w dwóch warstwach.

### **5.7. Zagęszczanie**

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych w zestawie określonym na odcinku próbnym.

Zagęszczanie nawierzchni o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi jezdni i przesuwac pasmami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwac się pasmami 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

## *Szczegółowe Specyfikacje Techniczne*

zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone nie później niż w ciągu 5 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu ze spoiwem **SILMENT CQ-25**.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 1.03$

Szczególne uwagi 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 są wykonywane na koszt Wykonawcy.

### **5.8. Spoiny robocze**

O ile to możliwe należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości. Jeżeli nie ma takiej możliwości, 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 zagęszczonej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczenia jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 2 h. W przypadku wykonywania nawierzchni w dwóch warstwach, jeżeli na 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.

### **5.9. Pielęgnacja warstwy z gruntu stabilizowanego spoiwem SILMENT CQ-25**

Do pielęgnacji warstwy nawierzchni z gruntu stabilizowanego spoiwem SILMENT CQ-25 należy stosować materiały wskazane w p.2.6.

Pielęgnacja nawierzchni polega na utrzymaniu jej w stanie wilgotnym przez okres co najmniej 7 dni. Dopuszcza się inne sposoby pielęgnacji, po uzyskaniu zgody Zamawiającego.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po ułożonej i zabezpieczonej warstwie w okresie 3 dni po wykonaniu.

## **6.0. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

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

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania gruntu przeznaczonego do wykonania robót i przedstawić Zamawiającemu: recepturę mieszanki gruntowo-spoiwowej z wynikami badań wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności, informację o przydatności stosowanej partii spoiwa **SILMENT CQ-25** oraz wyniki badań gruntu.

### **6.2. Badania w czasie robót**

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania nawierzchni z gruntu stabilizowanego spoiwem **SILMENT CQ-25** podano w tablicy poniżej.

L.p.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia nawierzchni, przypadająca na jedno badanie
1	Ocena makroskopowa gruntu	2	600 m <sup>2</sup>
2	Wilgotność mieszanki gruntu i spoiwa		
3	Granica plastyczności	w przypadkach wątpliwych	

### *Szczegółowe Specyfikacje Techniczne*

4	Zawartość części organicznych	i na polecenie Zamawiającego	
5	Rozdrobnienie gruntu (w przypadku gruntów spoistych)	2	600 m <sup>2</sup>
6	Jednorodność i głębokość wymieszania		
7	Grubość warstwy nawierzchni	3	400 m <sup>2</sup>
8	Wytrzymałość na ściskanie 7 i 28 dniowa	6 próbek	400 m <sup>2</sup>
9	Mrozoodporność	przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	

#### **6.2.2. Ocena makroskopowa gruntu**

Próbki do badań należy pobierać z podłoża przed podaniem spoiwa. Ocena makroskopowa powinna potwierdzić rodzaj gruntu, przyjęty do opracowania receptury oraz jego jednorodność.

W przypadku wątpliwości należy oznaczyć granicę plastyczności i/lub zawartość części organicznych.

#### **6.2.3. Wilgotność mieszanki gruntu ze spoiwem**

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

#### **6.2.4. Rozdrobnienie gruntu**

Grunt powinien być spulchniony i rozdrobniony tak, aby wskaźnik rozdrobnienia był co najmniej równy 80 % (przez sito o średnicy 4 mm powinno przejść 80 % gruntu) lub dla gruntów grubo okruchowych 60 %.

#### **6.2.5. Jednorodność i głębokość wymieszania**

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

Głębokość mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi nawierzchni.

Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy nawierzchni po zagęszczeniu była równa projektowanej.

#### **6.2.6. Zagęszczenie warstwy**

Mieszanka powinna być zagęszczona do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,03, oznaczonego zgodnie z BN-77/8931-12.

W przypadku gruntów grubo okruchowych, zagęszczenie należy prowadzić do momentu uzyskania wartości wskaźnika odkształcenia  $I_0 \leq 2,2$ , oznaczonego metodą VSS.

Za zgodą Zamawiającego, można stosować płytę dynamiczną, pod warunkiem określenia krzywej korelacji.

Oznaczenie zagęszczenia należy wykonać niezwłocznie po jego zakończeniu.

#### **6.2.7. Grubość nawierzchni**

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

#### **6.2.8. Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm lub w przypadku gruntów grubo okruchowych 16 cm. Probki do badań należy pobierać losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Probki w ilości 6 sztuk należy formować stosując energię normalną wg Proctora i przechowywać w warunkach zabezpieczenia przed utratą wilgotności. Trzy próbki należy badać po 7 dniach, a pozostałe po 28 dniach. Wyniki wytrzymałości

## *Szczegółowe Specyfikacje Techniczne*

na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami p. 2.5.

### **6.2.9. Mrozoodporność**

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek poddawanych cykлом zamrażania i odmrażania powinien być zgodny z wymaganiami p.2.5. Próbki do badania mrozoodporności powinny być przechowywane przez 28 dni w warunkach jak w p.6.2.8., a następnie poddane 10 cyklom zamrażaniaodmrażania.

Jeden cykl zamrażania-odmrażania polega na zamrażaniu przez 6 godz. w temperaturze  $(- 20^{\circ}\text{C}) \pm 2^{\circ}\text{C}$  , a następnie rozmrażaniu przez min 12 godzin, próbek wstępnie nasyconych przez 1 dzień wodą.

## **7. PRZEPISY ZWIĄZANE**

1. AT/2008-03-1588 - Aprobata techniczna IBDiM - Spoiwo stabilizacyjne SILMENT
2. PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.
3. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
4. PN-S-96012 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
5. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
6. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
7. D-04.05.00. Podbudowy i ulepszone podłoże z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem. Ogólne specyfikacje techniczne.