

D-04.05.01. ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT ST

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

1.2. ZAKRES STOSOWANIA ST

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

1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru ulepszanego podłoża stabilizowanego cementem wg PN-S-96012, zgodnie z zakresem wg dokumentacji projektowej.

W ramach ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem wykonane będą stabilizacje o wytrzymałości $R_m = 1,5 \text{ MPa}$ lub $R_m = 2,5 \text{ MPa}$.

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą wykonania:

- na drodze wojewódzkiej nr 690 (KR 4) dla podłoża o nośności :
 - G2 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 12 cm
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 22 cm
 - G4 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 32 cm
- na drogach powiatowych (KR 2) dla podłoża o nośności :
 - G2 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 16 cm
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 26 cm
 - G4 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 36 cm
- na drogach gminnych (KR 1) dla podłoża o nośności :
 - G2 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 15 cm
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 25 cm
 - G4 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 35 cm
- na ciągu pieszo-rowerowym (KR 1) dla podłoża o nośności :
 - G2 i G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 10 cm
 - G4 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 15 cm
- na chodnikach i zjazdach (KR 1) dla podłoża o nośności :
 - G2 i G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 10 cm
 - G4 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 15 cm
- na zatokach (KR 5) dla podłoża o nośności :
 - G2 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=1,5 \text{ MPa}$ o grubości 10 cm
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 20 cm
- na pierścieniach przy rondach (KR 4) dla podłoża o nośności :
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 22 cm
- na stanowiskach WITD (KR 4) dla podłoża o nośności :
 - G3 - ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem $R_m=2,5 \text{ MPa}$ o grubości 22 cm na drogach i o grubości 20 cm na miejscach postojowych

zgodnie z zakresem wg dokumentacji projektowej

1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

1.4.1. Mieszanka cementowo - gruntowa - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków ulepszających grunt, jak np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach do chwili stwardnienia.

1.4.2. Grunt stabilizowany cementem - mieszanka cementowo - gruntowa zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.3. Stabilizacja gruntu cementem - proces technologiczny polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody, a w razie potrzeby innych dodatków, z wyrównaniem i zagęszczeniem wytworzonej mieszanki.

1.4.4. Ulepszone podłoże – górna warstwa podłoża nawierzchni wykonana w celu trwałego zwiększenia lub ujednolicenia jego nośności

1.4.5. Warstwa podłoża gruntowego ulepszanego cementem – jedna i dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.

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

1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT

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

2. MATERIAŁY

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

2.1. GRUNTY DO STABILIZACJI CEMENTEM

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonanych według metod podanych w PN-S-96012. Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ścislenie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w p. 6.2 dla warstw podłoża z gruntu stabilizowanego cementem. Do wykonywania ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem zaleca się stosować grunty spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem według PN-S-96012:

L.p.	Właściwości	Wymagania
1	2	3
1.	Uziarnienie, PN-EN 933-1:2000 Uziarnienie a) ziarn pozostających na sicie # 2 mm: b) ziarn przechodzących przez sito # 0,075 mm	$\geq 30\%$ $\leq 15\%$
2.	Granica płynności, wg PN-88/B-04481, %, poniżej	40
3.	Wskaźnik plastyczności, wg PN-88/B-04481, %, poniżej	15
4.	Odczyn pH, wg PN-88/B-04481	5 - 8
5.	Zawartość części organicznych wg PN-EN 1744-1:2000, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	wzorcową
6.	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , PN-EN 1744-1:2000, %, poniżej	1
7.	Wskaźnik piaskowy WP, wg PN-EN 933-8:2001	20-50*
8.	Wskaźnik różnoziarnistości $U = d_{60}/d_{10}$, wg PN-EN 933-1:2000	$\geq 4^*$

* - wielkość zalecana

Grunty nie spełniające wymagań określonych w tablicy 1, mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu, wapnem, popiołami lotnymi. Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane cementem dla ulepszanego podłoża pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji cementem są wyniki wytrzymałości na ścislenie próbek gruntu stabilizowanego cementem.

Nie należy stosować więcej cementu niż 120 kg/m³.

2.2 CEMENT

Do stabilizacji gruntu i kruszywa należy stosować cement klasy 32,5 wg PN-EN-197-1 i wg zaleceń Inżyniera wydanych w oparciu o badania laboratoryjne. Wymagania dla cementu przedstawiono w tablicy 2.

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

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

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

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

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

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

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

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

Cement zawierający grudki lub przechowywany na budowie dłużej niż **2 miesiące** może być użyty za zgodą Inżyniera , gdy zaroby próbne wykażą zadowalającą wytrzymałość na ściskanie i zadowalającą mrozoodporność. Do ulepszenia podłoża należy używać cement luzem i przechowywać go w zbiornikach stalowych (silosach) izolowanych od dostępu wilgoci. Rozpoczęcie rozładunku z każdej dostawy jest możliwe po przedłożeniu atestu producenta.

2.3. WODA

Woda stosowana do produkcji mieszanki z gruntu/kruszywa stabilizowanego cementem i do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-EN 1008.

Bez badań laboratoryjnych można stosować wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta bez jej przebadania zgodnie z wyżej podaną normą.

2.5. DODATKI ULEPSZAJĄCE

Przy stabilizacji gruntów cementem w przypadkach uzasadnionych stosuje się dodatki ulepszające np:

— wapno wg PN-B-30020 ,

Za zgodą Inżyniera mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie drogowym.

3. SPRZĘT

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

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

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

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

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

4. TRANSPORT

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

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

Transport wapna powinien odbywać się zgodnie z PN-B-30020 .

Transport materiałów i mieszanki gruntu ulepszanego cementem powinien odbywać się w sposób przeciwdziałający ich zanieczyszczeniu i niekorzystnemu wpływowi warunków atmosferycznych. Ponadto mieszanka gruntu ulepszanego cementem powinna być transportowana w sposób chroniący ją przed rozsegregowaniem i osuszeniem. Transport cementu powinien odbywać się z zastosowaniem cementowozów.

W czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu. Wydajność środków transportowych musi być dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do mieszania oraz wbudowania mieszanki cementowo-gruntowej. Ruch pojazdów po wyprofilowanym podłożu warstwy podbudowy powinien być tak zorganizowany, aby nie dopuścić do jego uszkodzeń i tworzenia kolein.

5. WYKONANIE ROBÓT

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

5.1. SKŁAD MIESZANKI CEMENTOWO - GRUNTOWEJ

Zawartość cementu w mieszance nie może przekraczać wartości podanych w tablicy 3.

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

Tablica 3. Maksymalna zawartość cementu w mieszance cementowo - gruntowej

Kategoria ruchu	Maksymalna zawartość cementu % do masy suchego gruntu
	Ulepszone podłoże
<i>I</i>	2
KR 2-KR 6	8
KR1	10

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z **PN-88/B-04481**, z tolerancją **+1%, -2%**.

5.2. PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANKI CEMENTOWO - GRUNTOWEJ

Na co najmniej **30 dni** przed rozpoczęciem robót Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki. Wraz z projektem Wykonawca powinien dostarczyć próbki gruntu, cementu i ewentualnych dodatków, pobrane w obecności Inżyniera.

Projekt składu mieszanki, powinien być opracowany w oparciu o:

- wyniki badań gruntu przeznaczonego do stabilizacji według zakresu podanego w tablicy 1i 2 niniejszego działu Specyfikacji,
- wyniki badań cementu według metod i w zależności od właściwości określonych w PN-EN-196-1, 3, 6, 7 oraz wymagań niniejszej Specyfikacji lub właściwości innego spoiwa (użytego za zgodą Inżyniera) wg Aprobaty Technicznej,
- wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności gruntu stabilizowanego cementem według metod podanych w **PN-S-96012** oraz wymagań niniejszej Specyfikacji,

oraz zawierać:

- wymaganą zawartość cementu w mieszance i w razie potrzeby dodatków ulepszających,
- wymaganą zawartość wody w mieszance odpowiadającą wilgotności optymalnej mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem,
- w przypadkach wątpliwych - wyniki badania jakości wody według normy **PN-88/B-32250**.

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu stabilizowanego cementem zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 4.

5.3. GRUBOŚĆ WARSTWY I METODY STABILIZACJI

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

Mieszanka ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem, wykonana będzie metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych lub metodą mieszania na miejscu .

Grubość warstwy stabilizowanej na miejscu powinna być dostosowana do zastosowanego sprzętu do mieszania i zagęszczania .

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

5.4. WARUNKI ATMOSFERYCZNE

Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem nie może być wykonywane wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 5 °C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać układania warstwy, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5 °C w czasie najbliższych 7 dni.

5.5. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Podłoże pod warstwę z gruntu stabilizowanego cementem powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w ST D-02.01.01. "Wykonanie wykopów", ST D-02.03.01 „Wykonanie nasypów”.

5.6. WYTYCZENIE WARSTWY ULEPSZONEGO PODŁOŻA

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

Tyczenie za pomocą palików lub szpilek .Szpilki do kontroli ukształtowania warstwy powinny być wcześniej przygotowane, odpowiednio zamocowane i utrzymywane w czasie robót przez Wykonawcę. Rozmieszczenie szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie linek do wytyczenia robót i nie powinno być rzadsze niż co 10 m. Jeżeli warstwa mieszanki gruntu stabilizowanego cementem ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu warstwy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według Dokumentacji Projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy gruntu stabilizowanego cementem, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

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

5.7. WYTWARZANIE MIESZANKI

Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek (gruntofrezarek). Grubość warstwy po zagęszczaniu musi być zgodna z grubością określoną w Dokumentacji Projektowej .Grunt po wbudowaniu powinno być wstępnie zagęszczone, żeby przejście rozsypywacza cementu nie powodowało głębokich kolein. W przypadku mieszania kilku rodzajów gruntów należy je wbudować warstwami zapewniającymi uzyskanie zakładanych w receptce proporcji. Każda warstwa, przed ułożeniem następnej, powinna być wstępnie zagęszczona. Po rozłożeniu gruntu lub kolejnych jego warstw, należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu doprowadzenia do wilgotności optymalnej. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowozów zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Wraz z wodą można dodawać do gruntu dodatki ulepszające rozpuszczalne w wodzie, jeżeli jest to przewidziane receptą. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 1%, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Po rozłożeniu gruntu należy dodać i przemieszać z gruntem dodatki ulepszające , w ilości określonej w receptce laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane w tejże receptce.

Cement należy dodawać na wbudowaną warstwę gruntu przy użyciu specjalistycznego sprzętu z możliwością regulacji wydatku spoiwa, w ilości ustalonej w receptce laboratoryjnej.

Grunt powinien być wymieszany z cementem 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 cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wstępnie zagęścić (1 przejście walca) a następnie wyrównać i wyprofilować do wymaganych w dokumentacji projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych. Do tego celu należy użyć równiarek i wykorzystać prowadnice podłużne, układane każdorazowo na odcinku roboczym. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu specjalistycznych mieszarek i technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do ostatecznego zagęszczania warstwy. Zagęszczenie należy przeprowadzić w sposób określony w p. 5.8.

Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Inżyniera po wstępnych próbach. W mieszarkach typu ciągłego prędkość

podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

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

Przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

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

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

5.8. ZAGĘSZCZANIE

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

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

Zagęszczanie ulepszanego podłoża 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.

W przypadku technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.

W przypadku technologii mieszania na miejscu, operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone nie później niż w ciągu 2 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem.

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

5.9. SPOINY ROBOCZE

Należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości. W wypadku konieczności wykonania takich spoin, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed rozpoczęciem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance należy niezwłocznie obciąć pionową krawędź.

Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obcięcia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania jednego pasa a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa nie przekracza **60 minut**.

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

5.10. PIELĘGNACJA WARSTWY Z GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

Pielęgnacja wykonanej warstwy powinna być wykonana wg zaleceń PN-S-96012 pkt. 2.1.5 np. poprzez skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie drogowym i mostowym, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,

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

W wypadku występowania wysokich temperatur należy bezwzględnie utrzymywać w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej **7 dni**. Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po wykonanej warstwie w okresie **7 dni** po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

5.11. ODCINEK PRÓBNY

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

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do spulchnienia, mieszania, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału 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 materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy i ulepszonego podłoża.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić min 600 m².

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera.

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

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

5.12. UTRZYMANIE ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie jego uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw ulepszonego podłoża uszkodzonego 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 ulepszonego podłoża.

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. ZASADY OGÓLNE KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT

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

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

6.2. WŁAŚCIWOŚCI GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

Wytrzymałość gruntu i kruszywa stabilizowanego cementem, badana według **PN-S-96012**, powinna mieścić się w przedziale określonym w tablicy 4.

Wskaźnik mrozoodporności gruntu średnio- i bardzo spoistego stabilizowanego cementem, określany według normy **PN-S-96012**, powinien być większy od podanego w tablicy 4.

Tablica 4. Wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem:

Lp	Właściwości	Wymagania	Badania według
Dla stabilizacji $R_m = 2,5$ MPa			
1	Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach, MPa ²⁾	1,0 – 1,6*	PN-S-96012
2	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa ²⁾	1,5 – 2,5	PN-S-96012
3	Mrozoodporność, zmniejszenie wytrzymałości, %, nie więcej niż ¹⁾	0,6	PN-S-96012
Dla stabilizacji $R_m = 1,5$ MPa			
4	Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach, MPa	-	PN-S-96012
5	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa ²⁾	0,5 – 1,5	PN-S-96012
6	Mrozoodporność, zmniejszenie wytrzymałości, %, nie więcej niż ¹⁾	0,5	PN-S-96012

¹⁾ Oznaczanie wskaźnika mrozoodporności obowiązuje zgodnie z normą PN-S-96012 tylko w przypadku stabilizacji cementem gruntów średnio i bardzo spoistych

²⁾ Dla wytrzymałości docelowej 1,5 lub 2,5 MPa

* dla cementów z symbolem „R” wielkość orientacyjna

6.3. BADANIA PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT

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

6.4. BADANIA W CZASIE ROBÓT

Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy budowie warstwy podbudowy i ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy budowie warstwy ulepszanego podłoża z gruntu/kruszywa stabilizowanego cementem :

L.p.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie
1	2	3	4
1.	Uziarnienie gruntu lub kruszywa	1	600 m ²
2.	Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa z cementem	2	
3.	Jednorodność i głębokość wymieszania *		
4.	Zagęszczenie warstwy		
5a.	Wytrzymałość 7 - dniowa	min 3 próbki	3000 m ² lub nie mniej niż działka robocza
5b.	Wytrzymałość 28 - dniowa	min 3 próbki	3000 m ² lub nie mniej niż działka robocza
6.	Mrozoodporność gruntu stabilizowanego cementem	Przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
7.	Badania cementu	Dla każdej dostawy deklaracja zgodności producenta	
8.	Badania wody	Dla każdego wątpliwego źródła	
9.	Szczegółowe badania gruntu: uziarnienie, granica płynności, wskaźnik plastyczności, zawartość części organicznych, odczyn pH, zawartość siarczanów, wskaźnik piaskowy.	Przy każdej zmianie rodzaju gruntu	

* - badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu.

6.4.1. BADANIA CEMENTU

Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien posiadać deklarację zgodności producenta na następujące badania :czas wiązania, stałość objętości i wytrzymałość 28-dniową cementu. Właściwości te powinny spełniać wymagania określone w tabl. 3.

6.4.2. BADANIA GRUNTU

Przy każdej zmianie rodzaju gruntu należy badać wszystkie jego właściwości określone odpowiednio w tablicy 1 i opracować nowy skład mieszanki cementowo - gruntowej według p. 5.1. i 5.2. Uziarnienie gruntu według **PN-88/B-04481** należy badać w czasie robót z częstotliwością określoną w tablicy 5.

6.4.3. BADANIA WODY

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody według **PN-88/B-32250**.

6.4.4. BADANIA DODATKÓW

Jeżeli są stosowane chemiczne dodatki ulepszające, wymienione w p. 2.5. niniejszej Specyfikacji ich badania należy wykonać w przypadkach oraz w zakresie określonym przez Inżyniera.

6.4.5. WILGOTNOŚĆ MIESZANKI CEMENTOWO - GRUNTOWEJ

Wilgotność mieszanki cementowo - gruntowej powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki, z tolerancją +1%, -2%. Wilgotność mieszanki cementowo - gruntowej należy sprawdzać z częstotliwością określoną w tablicy 5 przy kontroli zagęszczenia warstwy.

6.4.6. JEDNORODNOŚĆ I GŁĘBOKOŚĆ WYMIESZANIA

W przypadku przygotowania gruntocementu w mieszarkach stacjonarnych jednorodność wymieszania cementu z gruntem należy sprawdzać przy każdej dostawie mieszanki środkami transportu. W przypadku wykonywania stabilizacji na miejscu głębokość wymieszania należy sprawdzać co najmniej w dwóch przekrojach na dziennej działce roboczej. W tym celu należy wykonać co najmniej po 2 otwory w przekroju poprzecznym, na całą głębokość warstwy. Otwory powinny być w odległości nie mniej niż 0,5 m od krawędzi podbudowy. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

6.4.7. ZAGĘSZCZENIE MIESZANKI

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż 1,00, przy oznaczeniu zgodnie z normalną próbą Proctora, według **PN-88/B-04481**. Zagęszczenie należy sprawdzać z częstotliwością podaną w tablicy 5.

6.4.8. WYTRZYMAŁOŚĆ WARSTWY GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

Wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem powinna być zgodna z wymaganiami określonymi w tablicy 4. Próbkę do badań należy pobrać z częstotliwością podaną w tablicy 5, z miejsc wybranych losowo na świeżo rozłożonej i zagęszczonej warstwie. Próbkę $\phi=h=8$ cm w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normą **PN-S-96012**. Dopuszcza się stosowanie próbek o wymiarach $\phi=h=16$ cm. Wszystkie sześć próbek należy badać po 28 dniach dojrzewania.

6.4.9. MROZOODPORNOŚĆ WARSTWY GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

W przypadkach wątpliwych lub na polecenie Inżyniera należy pobrać dodatkowe próbki w celu zbadania mrozoodporności zgodnie z **PN-S-96012**. Mrozoodporność powinna być zgodna z wymaganiami określonymi w tablicy 5.

6.5. BADANIA I POMIARY WYKONANEJ WARSTWY GRUNTU STABILIZOWANEGO CEMENTEM

Częstotliwość i zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy ulepszonego podłoża podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość, zakres badań i pomiarów oraz dopuszczalne odchyłki wykonanej warstwy gruntu stabilizowanego cementem.

L.P.	Badania	Częstotliwość badań	Dopuszczalne odchyłki
1	2	3	4
1.	Grubość warstwy	W trzech punktach na każdej działce roboczej	± 1 cm
2.	Szerokość warstwy	co 100 m	+10 cm
3.	Równość podłużna	W sposób ciągły planografem albo co 50 m łątą (zgodnie z normą BN-68/8931-04) na każdym pasie ruchu lub inną metodą	< 1,5 cm
4.	Równość poprzeczna	co 100 m	< 1,5 cm
5.	Spadki poprzeczne *	co 100 m	± 0.5 %.
6.	Rzędne wysokościowe	co 10 m	+0 cm i -2 cm
7.	Ukształtowanie osi w planie *	co 100 m.	± 3 cm

* - dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych: na początku i końcu każdej krzywej przejściowej oraz na początku, w środku i na końcu każdego łuku poziomego.

6.5.1. GRUBOŚĆ WARSTWY

Grubość warstwy należy mierzyć, przez wykonanie otworów na całą jej głębokość, w odległości co najmniej 0,5 metra od krawędzi, natychmiast po zagęszczeniu warstwy, z częstotliwością podaną w tablicy 6, co najmniej w trzech losowo wybranych punktach.

6.5.2. POMIARY CECH GEOMETRYCZNYCH WARSTWY

6.5.2.1. RÓWNOŚĆ PODBUDOWY I ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Nierówności podłużne ulepszonego podłoża należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem w osi każdego pasa ruchu. Nierówności poprzeczne ulepszonego podłoża należy mierzyć 4-metrową łatą.

6.5.2.2. SPADKI POPRZECZNE PODBUDOWY I ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Spadki poprzeczne należy mierzyć za pomocą 4-metrowej łaty i poziomicy.

6.5.2.3. RZĘDNE WARSTWY PODBUDOWY I ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Rzędne należy sprawdzać w osi jezdni i na jej krawędziach.

6.5.2.4. UKSZTAŁTOWANIE OSI PODBUDOWY I ULEPSZONEGO PODŁOŻA

Ukształtowanie osi warstwy ulepszonego podłoża należy sprawdzać w punktach głównych trasy i w innych punktach.

7. OBMIAR ROBÓT

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

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) ulepszonego podłoża i warstwy z gruntu stabilizowanego cementem.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania odbioru podano w ST D-M-00.00.00. punkt 8.

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

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

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

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

Cena wykonania 1 m^2 ulepszonego podłoża i warstwy z gruntu stabilizowanego cementem o grubości zgodnej z pkt.1.3 obejmuje w przypadku:

a) wytwarzania mieszanek w mieszarkach:

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

b) w przypadku wytwarzania mieszanek na miejscu:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- zakup materiałów, koszty badań kruszywa i opracowania recepty
- spulchnienie gruntu,

- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- wymieszanie gruntu rodzimego lub ulepszanego kruszywem ze spoiwem w korycie drogi,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej
- odwiezienie sprzętu,

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. NORMY

- | | |
|----------------------|--|
| 1. PN-EN-196-1 | Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości. |
| PN-EN-196-3 | Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości. |
| PN-EN-196-6 | Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia. |
| PN-EN-196-7 | Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu. |
| 2. PN-88/B-04481 | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. |
| 3. PN-EN-197-1 | Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dot. cementów powszechnego użytku. |
| 4. PN-B-30020 | Wapno. |
| 5. PN-EN 1008 | Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu , w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu |
| 6. PN-B-06714-12 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych |
| 7. PN-EN 933-1:2000 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania |
| 8. PN-EN 1744-1:2000 | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna |
| 9. PN-EN 933-8:2001 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego. |
| 10. PN-S-96013 | Drogi samochodowe. Podbudowa z chudego betonu |
| 11. PN-S-96011 | Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych. |
| 12. PN-S-96012 | Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem. |
| 13. BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie. |
| 14. BN-64/8931-01 | Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego. |
| 15. BN-64/8931-02 | Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą. |
| 16. BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą. |
| 17. PN-S-02205 | Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. |
| 18. BN-77/8931-12 | Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu. |
| 19. BN-71/8931-10 | Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi. |

10.2. Inne dokumenty

20. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, IBDiM – 1997r.