

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

OGÓLNE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D -

PODBUDOWA STABILIZOWANA ŚRODKIEM JONOWYMIENNYM LUB JONOWYMIENNYM HYDROFOBOWYM W PŁYNIE.

Niniejsza ogólna specyfikacja techniczna stanowi podstawę sporządzenia szczegółowej specyfikacji technicznej przy zlecaniu i realizacji robót na drogach krajowych i wojewódzkich oraz jest zalecana do wykorzystania przy zlecaniu robót na drogach miejskich i gminnych.

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

Treść ogólnej specyfikacji technicznej jest aktualna na dzień 06 12 2016 r.
Przy sporządzaniu szczegółowej specyfikacji technicznej należy ewentualnie uaktualnić
przepisy zawarte w wykorzystywanej niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej.

SPIS SPECYFIKACJI

D-01/2017

NAJWAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY

OST	- ogólna specyfikacja techniczna
SST	- szczegółowa specyfikacja techniczna
IBDiM	- Instytut Badawczy Dróg i Mostów

OGÓLNE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D-01/2017

**PODBUDOWA STABILIZOWANA ŚRODKIEM
JONOWYMIENNYM LUB JONOWYMIENNYM
HYDROFOBOWYM W PŁYNIE.**

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

SPIS TREŚCI

D-01/2017

PODBUDOWA STABILIZOWANA ŚRODKIEM JONOWYMIENNYM LUB JONOWYMIENNYM HYDROFOBOWYM W PŁYNIE.

1. WSTĘP.....	5
2. MATERIAŁY.....	7
3. SPRZĘT.....	13
4. TRANSPORT.....	13
5. WYKONANIE ROBÓT.....	13
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.....	17
7. OBMIAR ROBÓT.....	22
8. ODBIÓR ROBÓT.....	22
10. PRZEPISY ZWIĄZANE.....	23

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot OST

Przedmiotem niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej (OST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu rodzimego stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu.

1.2. Zakres stosowania OST

Ogólna specyfikacja techniczna (OST) stanowi obowiązującą podstawę opracowania szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach lokalnych, krajowych i wojewódzkich oraz inwestycjach wielkopowierzchniowych i kolejowych. Zaleca się wykorzystanie OST przy zlecaniu robót na publicznych

1.3. Zakres robót objętych OST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem wg PN-S-96012 [17] z dodatkiem środka jonowymiennego w płynie. Grunty stabilizowane powinny być środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu tak aby całość stanowiła warstwę nawierzchni drogowych, podbudów pomocniczych i zasadniczych, trwałej stabilizacji gruntów wątpliwych i wysadzinowych oraz spełniała wymogi neutralizacji i scalania gruntów skażonych zanieczyszczeniami petrochemicznymi, olejowymi i benzynowymi. Grunty stabilizowane powinny być środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu tak aby całość mogła stanowić warstwę dróg, wzmacniała tereny budowlane i drogi tymczasowe, pobocza, nasypy drogowe i wały przeciwpowodziowe, lotniska cywilne z ograniczeniem do nawierzchni dróg startowych, nawierzchni dróg kołowania, nawierzchni płyt, nawierzchni wydzielonych miejsc postoju.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu - jedna warstwa zagęszczonej mieszanki, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

1.4.2. Mieszanka - mieszanka gruntu, cementu portlandzkiego, środka jonowymiennego lub środka jonowymiennego hydrofobowego, który jest mieszaniną składników: który jest dyspersją wodną kopolimeru styrenowo-akrylowego. jest środkiem wspomagającym odporność na absorpcję kapilarną wody przy minimalnych dodatkach spoiw hydraulicznych i określonych wypełniaczach np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach.

1.4.3. Grunt rodzimy i nie tylko stabilizowany środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu - mieszanka cementowo-gruntowa stabilizowana środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu, zagęszczona i stwardniała w wyniku procesu wiązania składników mieszanki.

1.4.4. Kruszywo stabilizowane środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu, wody i środka jonowymiennego w płynie, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania.

1.4.5. Podłoże gruntowe ulepszone i stabilizowane środkiem jonowymiennym w płynie z cementem - jedna warstwa zagęszczonej mieszanki gruntu z cementem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu, na której układana jest warstwa podbudowy.

1.4.6. Środek jonowymienny w płynie - dodatek płynny o odpowiednich parametrach chemicznych składający się z mieszaniny kwasów sulfonowych w roztworze kwasu siarkowego z dodatkami uszlachetniającymi, w postaci płynnego koncentratu. Środek taki w sposób udowodniony naukowo przyspiesza oraz aktywizuje proces krystalizacji poprzez zmiany sił wiązań wodnych cząsteczek gruntu – koloidów w wyniku czego zostają przerwane ciągi kapilarne w bardzo szerokim zakresie – przyczyniając się do szybszego i trwałego wiązania gruntu z cementem.

1.4.7. Środek hydrofobowy - jest mieszaniną dwóch składników: rozcieńczonego środka jonowymiennego plus środka płynnego który jest dyspersją wodną kopolimeru styrenowo-akrylowego. Środek łatwo i w pełni rozpuszczalny w wodzie; również z nieorganicznymi wypełniaczami. Stosowany jest w określonej ilości do rozcieńczonego i jest środkiem bezpiecznym i nie szkodzącym środowisku naturalnemu. Środek po odparowaniu wody tworzy cienką powłokę. Stąd, może być środkiem wspomagającym odporność na absorpcję kapilarną wody przy minimalnych dodatkach spoiw hydraulicznych i określonych wypełniaczach mineralnych.

1.4.8. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w OST Wymagania ogólne” pkt 1.5.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST 1/2017 „Podbudowa stabilizowana środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym w płynie „, Wymagania ogólne pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w OST D-01/2017 „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 2.

2.2. Cement

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5R wg PN-B-19701 [11], portlandzki z dodatkami wg PN-B-19701 [11] lub hutniczy wg PN-B-19701 [11].

Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg PN-B-19701 [11]

Lp.	Właściwości	Klasa cementu
		32,5
1	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	
	- cement portlandzki bez dodatków	16
	- cement hutniczy	16
	- cement portlandzki z dodatkami	16
2	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5

3	Czas wiązania:	
	- początek wiązania, najwcześniej po upływie, min.	60
	- koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	12
4	Stołość objętości, mm, nie więcej niż	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-B-04300 [1].

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [19].

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

2.3. Grunty

Przydatność gruntów rodzimych przeznaczonych do stabilizacji środkiem jonowymiennym w płynie z cementem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych, wykonanych według metod podanych w PN-S-96012 [17].

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu należy ocenić na podstawie pobranych próbek na zlecenie Inwestora w obecności przedstawiciela Inwestora.

Grunty muszą być stabilizowane przy użyciu specjalnych maszyn, umożliwiających ich dokładne rozdrobnienie i odpowiednio dokładne przemieszanie gruntu, środka jonowymiennego w płynie z cementem. Wymagane jest mieszanie zapewniające dokładne rozdrobnienie. Grunt przeznaczony do stabilizacji nie powinien posiadać większych frakcji niż 200 mm. Do wykonywania warstw ulepszonego podłoża dopuszcza się stosowanie gruntów o zawartości części organicznych do 5% m/m. Możliwość stabilizacji gruntów o takiej zawartości części organicznych musi być jednoznacznie dopuszczona w aprobacie technicznej IBDiM wydanej dla stosowanego środka jonowymiennego w płynie.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntów rodzimych do stabilizacji przy użyciu środka jonowymiennego w płynie z dodatkiem cementu są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego cementem przy zastosowaniu środka jonowymiennego w płynie ustalone na podstawie badań laboratoryjnych. Recepturę opracuje przedstawiciel producenta środka jonowymiennego na prośbę Wykonawcy bądź Inwestora na podstawie i z użyciem materiałów dostępnych na budowie. Opracowana receptura musi spełniać wymagania stawiane w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej. Jeżeli aprobata techniczna wydana przez IBDiM nie określa jednoznacznie parametrów technicznych dla podbudów żądanej kategorii, wykonawca powinien jednoznacznie określić te parametry już w swojej ofercie w formie oświadczenia. Oświadczenie takie powinno zawierać nazwę środka, rodzaj spoiwa, dokładną recepturę, parametry minimalne odporności na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji (zalecane wyniki po 28 dniach)

Dodatkowo Inwestor może wymagać obecności przedstawiciela firmy dostarczającej środek jonowymienny podczas wykonywania robót budowlanych. Zadaniem przedstawiciela jest kontrola należytego zastosowania środka jonowymiennego w proponowanej technologii.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji cementem są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym z dodatkiem cementu .

2.4. Kruszywa

Do stabilizacji środkiem jonowymiennym z dodatkiem cementu można stosować piaski, mieszanki i żwiry albo mieszanke tych kruszyw.

2.5. Woda

Woda stosowana do stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-32250 [13]. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podaną normą lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek gruntowo-cementowych wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem.

2.6 Środek jonowymienny w płynie.

Przy stabilizacji gruntów należy zastosować środek jonowymienny w płynie z cementem. Zastosowany środek jonowymienny powinien spełniać wymagania podane w tablicy 5 i posiadać aktualną Aprobate techniczną wydaną przez IBDiM zgodnie z obowiązującymi przepisami, atest PZH i **CLOR**. Aprobata techniczna wydana przez IBDiM w Warszawie, musi dopuszczać zastosowanie środka jonowymiennego w płynie przy budowie konstrukcji drogowych dla dróg obciążonych ruchem średnim i ciężkim. W przypadku braku aprobaty technicznej - potwierdzenie o braku możliwości jej wystawienia w myśl obowiązujących przepisów. Środek zastosowany do stabilizacji gruntu należy podawać zgodnie z receptą opracowaną przez producenta środka jonowymiennego w płynie. Podawana ilość materiału powinna być niezmienna dla danego odcinka jednorodnego. Stabilizowany grunt powinien być doprowadzony do wilgotności optymalnej określonej według normalnej próby Proctora zgodnie z PN-B- 04481. Środek jonowymienny powinien uzyskać akceptację Inspektora Nadzoru przez zastosowaniem i opracowaniem recepty.

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

Tablica nr 5. Wymagania dla środka jonowymiennego

L.P	Właściwości	Jednostki	Wymagania	Badania według
1	Postać	-	Ciecz. Mieszanina kwasów sulfonowych w roztworze kwasu siarkowego z dodatkami uszlachetniającymi, w postaci płynnego koncentratu o barwie zielono-brązowej. Płyn w postaci koncentratu.	
2	Barwa	-	Czarna. Khaki w cienkiej warstwie.	Ocena wizualna w świetle rozproszonym wd. wzorca RAL , RGB
3	Gęstość w temp. 20 ° C	g/cm ³	1,80 +/- 0,15 %	PN-92/C – 04504
4	Rozpuszczalność w wodzie	-	Nieograniczona. Całkowicie rozpuszczalny bez rozwarstwień.	Ocena wizualna

2.7. Dodatki ulepszające.

Przy stabilizacji gruntów środkiem jonowymiennym w płynie, w przypadkach uzasadnionych, stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- a. cement portlandzki wg PN-EN 197-1:2012 (zalecany udział w stosunku do masy suchego gruntu to max. 3%)
- b. popioły lotne w tym popioły fluidalne wg PN-S-96035:1997 lub PN-EN 450-1:2012
- c. spoiwa wg Aprobat Technicznych IBDiM

Za zgodą Inżyniera mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę.

2.8. Grunt lub kruszywo stabilizowane cementem.

Wymaga się zastosowanie środka jonowymiennego w płynie z dodatkiem cementu w celu polepszenia właściwości fizyko-chemicznych podbudowy.

W zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, wytrzymałość gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem wg PN-S-96012 [17], powinna spełniać wymagania określone w tablicy nr 5.

Tablica nr 5. Wymagania dla gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszonego podłoża

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek
-----	---	----------------------------------

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

		nasyconych wodą (MPa)	
		po 7 dniach	po 28 dniach
1	Podbudowa zasadnicza dla KR1 lub podbudowa pomocnicza dla KR2 do KR6	R7 - 1,6 ÷ 2,2	R28 - 2,5 ÷ 5,0
2	Górna część warstwy ulepszanego podłoża gruntowego o grubości co najmniej 10 cm dla KR5 i KR6 lub górna część warstwy ulepszenia słabego podłoża z gruntów wątpliwych oraz wysadzinowych	R7 - 1,0 ÷ 1,6	R2 - 1,5 ÷ 2,5
3	Dolna część warstwy ulepszanego podłoża gruntowego w przypadku posadowienia konstrukcji nawierzchni na podłożu z gruntów wątpliwych i wysadzinowych	-	od 0,5 do 1,5

3. SPRZĘT

Wymagania dotyczące sprzętu podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 3.

Wykonawca przystępujący do wykonania podłoża stabilizowanego środkiem jonowymiennym z cementem powinien wykazać się możliwością wykorzystania następującego sprzętu:

- rozścielacz do cementu
- cysterna na roztwór wodny środka jonowymiennego w płynie podłączona bezpośrednio i dozująca środek jonowyenny bezpośrednio do frezarko-mieszarki mieszającej środek jonowyenny w płynie z gruntem i cementem
- równiarka do mieszanki gruntu, środka jonowymiennego w płynie z cementem
- pociąg walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania
- ciężkie szablony do wyprofilowania warstwy
- przewożne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody

4. TRANSPORT

4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu

Wymagania dotyczące transportu podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2 Transport materiałów

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [19].
Środek jonowyenny powinien zostać transportowany w nieotwartych opakowaniach dostarczanych przez producenta w postaci koncentratu lub roztworu gotowego do użycia na budowie. Środek należy składować na paletach.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym z dodatkiem cementu nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte oraz podczas opadów deszczu. Rozpoczęcie stabilizacji gruntu może nastąpić w sprzyjających warunkach atmosferycznych tj. w temperaturze powyżej +5 C przy minimalnej temperaturze powietrza w ciągu ostatnich 24 godzin powyżej + 1 C. Nie dopuszcza się przetwarzania warstwy nawierzchni w czasie opadów atmosferycznych. Jeżeli w czasie robót wystąpią opady deszczu należy przerwać prace i wznowić je ponownie po ich ustąpieniu, mieszając grunt w celu uzyskania optymalnej wilgotności przed zagęszczeniem. Jeżeli bezpośrednio po wykonaniu robót w nocy nastąpi przymrozek, następnego dnia przy temp. powyżej + 5 C należy wzruszyć stabilizowany grunt i ponownie zagęścić. W przypadku upalnej pogody (sucha lub wietrzna) należy kontrolować wilgotność gruntu, gdyż może się okazać, że wskazane jest rozproszanie niewielkiej ilości wody w celu rekompensaty strat wynikających z parowania. Przed przystąpieniem do robót należy uzyskać zgodę Inspektora Nadzoru.

5.3. Przygotowanie podłoża

Podłoże powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w OST . „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 5.3.

5.4 Przygotowanie roztworu środka jonowymiennego

Należy obliczyć objętość gruntu, który ma być poddany stabilizacji w ciągu jednego dnia. Następnie określić ilość koncentratu środka jonowymiennego w płynie niezbędną do zaprawienia określonej objętości gruntu, przyjmując zużycie w litrach/m³ lub litrach/m² zalecane przez producenta.

Właściwy roztwór wykonuje się przez rozcieńczenie koncentratu z wodą w odpowiednim stosunku wskazanym przez producenta. Cysternę napełnić określoną ilością wody (z zachowaniem rezerwy na wypłukanie opróżnionych pojemników koncentratu) i dodać właściwą ilość koncentratu, ostrożnie wlewając go przez otwór wlewowy cysterny.

Następnie wywołać ruch cysterny na przemiań kilka razy w przód i w tył w celu dokładnego wymieszania koncentratu z wodą. Pusty pojemnik po koncentracie, wypłukać wodą i dolać do cysterny z roztworem. Przed przystąpieniem do prac przy koncentracie bezwzględnie należy zapoznać się z kartą charakterystyki preparatu (koncentratu). Należy zawsze dolewać koncentrat do wody.

5.5. Skład mieszanki cementowo-gruntowej.

Zawartość cementu w mieszance nie może przekraczać wartości podanych w tablicy nr 6. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w p. 2.2 tablica nr 1, przy jak najmniejszej zawartości cementu.

Tablica 6. Maksymalna zawartość cementu w mieszance cementowo-gruntowej lub w mieszance kruszywa dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszonego podłoża

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

Lp.	Kategoria ruchu	Maksymalna zawartość cementu, % w stosunku do masy suchego gruntu lub kruszywa	
		podbudowa zasadnicza	podbudowa pomocnicza
1	KR 2 do KR 6	3	3
2	KR 1	3	3

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [2], z tolerancją +10%, -20% jej wartości.

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu lub kruszywa zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 5.

5.6. Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu należy użyć specjalistycznych frezarko - mieszarek podłączonych do dozownika środka jonowymiennego w płynie gwarantujących dokładne przemieszanie gruntu z cementem na określonej głębokości.

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. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Grunt powinien być wymieszany przez frezarko – mieszarkę ze środkiem jonowymiennym w płynie i z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokości, 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.

Po wymieszanii gruntu ze środkiem jonowymiennym w płynie i z cementem 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.

Czas od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania przez frezarko – mieszarkę nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy 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 zagęszczania warstwy. Zagęszczenie należy przeprowadzić w sposób określony w p. 5.8.

5.7. Grubość warstwy

Grubość warstw gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z cementem powinna być zgodna z dokumentacją projektową lecz nie mniejsza niż 25 cm.

Grubość poszczególnych warstw podbudowy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z cementem nie powinna przekraczać 45 cm – przy mieszaniu na miejscu sprzętem specjalistycznym.

Jeżeli projektowana grubość warstwy podbudowy jest większa od maksymalnej to stabilizację należy wykonywać w kilku warstwach

5.8. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w SST.

Zagęszczanie podbudowy oraz 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 5 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu ze środkiem jonowymiennym w płynie z cementem.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego wg BN-77/8931-12 [25] nie mniejszego od podanego w PN-S-96012 [17] i SST.

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

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie 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.

5.9. 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 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 lub kruszywa stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z cementem

Zasady pielęgnacji warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 5.10. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw podbudowy lub ulepszanego podłoża uszkodzonych wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mroz. Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia podbudowy lub ulepszanego podłoża.

5.11. Odcinek próbny

O ile przewidziano to w SST, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny, zgodnie z zasadami określonymi w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu.. Wymagania ogólne” pkt 5.11.

5.12. Utrzymanie podbudowy i ulepszanego podłoża

Podbudowa i ulepszone podłoże powinny być utrzymywane przez Wykonawcę w dobrym stanie zgodnie z zasadami określonymi w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu.. Wymagania ogólne” pkt 5.12.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania spoiw, kruszyw i gruntów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inspektorowi Nadzoru w celu akceptacji.

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 lub ulepszanego podłoża stabilizowanych spoiwami podano w tablicy 7

Lp.	Wyszczególnienie badań	Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy lub ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie
1	Uziarnienie mieszanki gruntu lub kruszywa	2	3000 m2
2	Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwem	2	3000 m2
3	Rozdrobnienie gruntu (1)	2	3000 m2
4	Jednorodność i głębokość wymieszania (2)	2	3000 m2

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

5	Zagęszczenie warstwy	2	3000 m ²
6	Grubość podbudowy lub ulepszonego podłoża	3	3000 m ²
7	Ilość wylanego środka jonowymiennego	5	400m ²
8	Ilość wysianego spoiwa	5	400m ²
9	Moduł wtórnego odkształcenia wykonanej stabilizacji	4	2000m ²
10	Wytrzymałość na ściskanie 7 i 28-dniowa	6 próbek	2000 m ²
11	Mrozoodporność	przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
12	Badanie cementu	przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie	
13	Badanie wody	dla każdego wątpliwego źródła	
14	Badanie właściwości gruntu lub kruszywa	dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa	
15	Wytrzymałość na ściskanie po 91 dniach	W przypadkach wątpliwych i przy projektowaniu konstrukcji o podniesionych walorach jakościowych	

- 1) Badanie wykonuje się dla gruntów spoistych
- 2) Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu
- 3) Cylindry pobrane podczas wykonywania stabilizacji należy po okresie pielęgnacji zachować przez okres udzielonej gwarancji i na żądanie okazać inwestorowi (nie krócej niż przez 2 lata)

6.3.2. Jednorodność i głębokość wymieszania

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

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

6.3.3. Grubość ulepszanego podłoża

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 ± 1 cm.

6.3.4. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbkę do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Próbkę w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normami dotyczącymi poszczególnych rodzajów stabilizacji spoiwami. Trzy próbki należy badać po 7 lub 14 dniach oraz po 28. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

6.3.5. Badanie spoiwa

Dla każdej dostawy cementu, Wykonawca powinien określić właściwości podane w ST dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

6.3.6. Badanie wody

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-B-32250 [13].

6.3.7. Badanie właściwości gruntu

Właściwości gruntu należy badać przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST dotyczących ulepszanego podłoża.

6.3.8. Badanie płytą statyczną

W celu poprawnego wykonania stabilizacji podłoża dopuszcza się wykonanie pomiarów płytą statyczną o śr. 30 cm po akceptacji Inspektora Nadzoru. Minimalna wartość modułu wtórnego powinna wynosić 120 MPa.

6.3.9. Protokoły kontroli ilości wysianych składników

Wykonawca jest zobowiązany do stałej kontroli ilości rozścielanego środka jonowymiennego i spoiwa hydraulicznego. Pomiary powinny być dokonywane zgodnie z tablicą 6. Protokoły wszystkich pomiarów powinny być sporządzane na bieżąco, podczas wykonywania prac. Inwestor może zażądać załączenia tych protokołów do protokołu odbioru prac.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy i ulepszanego podłoża

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 2.

Tablica 2. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy lub ulepszanego podłoża stabilizowanych spoiwami

LP	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	20 razy na 1 km
2	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łątą na każdym pasie ruchu
3	Równość poprzeczna	20 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne	20 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie	co 100 m
7	Grubość podbudowy i ulepszanego podłoża	w 4 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²

6.4.2. Szerokość ulepszanego podłoża

Szerokość ulepszanego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm. Na jezdnich bez krawężników szerokość powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o co najmniej o wartość stosunku 1:1 plus grubość warstwy wyżej leżącej, lub o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.

6.4.3. Równość ulepszanego podłoża

Nierówności podłużne ulepszanego podłoża należy mierzyć 4-metrową łątą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04 [22]. Nierówności poprzeczne ulepszanego podłoża należy mierzyć 4-metrową łątą. Nierówności nie powinny przekraczać: - 15 mm dla ulepszanego podłoża.

6.4.4. Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża

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

6.4.5. Rzędne ulepszanego podłoża

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanego ulepszanego podłoża, a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, -2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie ulepszanego podłoża

Oś ulepszanego podłoża w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym w płynie.
D-01/2017*

6.4.7. Grubość ulepszanego podłoża

Grubość ulepszanego podłoża nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż:
- dla ulepszanego podłoża +10%, -15%.

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami ulepszanego podłoża

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne ulepszanego podłoża

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałym ulepszonym podłożu stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru. Jeżeli szerokość ulepszanego podłoża jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć ulepszone podłoże przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości i wbudowanie nowej mieszanki. Nie dopuszcza się mieszania składników mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

6.5.2. Niewłaściwa grubość ulepszanego podłoża

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

6.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość ulepszanego podłoża

W sytuacjach uzasadnionych, gdy stabilizacja dojrzewa wolniej i nie osiąga oczekiwanych parametrów wtórnego modułu odkształcenia E_{v2} , inspektor nadzoru może zdecydować o wydłużonym okresie dojrzewania. W przypadkach, w których parametry nie zostały trwale osiągnięte, a dozowanie preparatu jonowymiennego i cementu portlandzkiego nie zostało wiarygodnie udokumentowane, lub wzbudza wątpliwości, inwestor może zażądać od wykonawcy przekazania próbki gruntu rodzimego, z której wykonano cylindry testowe wraz z co najmniej 2 sztukami cylindrów. Przekazany grunt i cylindry mogą zostać wykorzystane do przeprowadzenia badań porównawczych pod mikroskopem elektronowym. Badania pod mikroskopem wykażą, czy zastosowana receptura i dozowanie zapewniło powstawanie odpowiedniej ilości wzmocnionych wiązań krystalicznych cementu. We wszystkich przypadkach, w których można mieć uzasadnione wątpliwości co do jakości wykonanych prac, inwestor może zażądać dodatkowych badań określających parametry $R_z/28$.

7. OBMIAR ROBÓT

Zasady obmiaru robót podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu. Wymagania ogólne” pkt 7.

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) ulepszanego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem z dodatkiem środka jonowymiennego w płynie mierzonego po górnej krawędzi wykonanej warstwy.

8. ODBIÓR ROBÓT

Zasady odbioru robót podano w OST „Podbudowy i ulepszone podłoże z gruntów lub kruszyw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi. Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, OST, wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Zasady dotyczące ustalenia podstawy płatności podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu” pkt 9.

Cena wykonania 1 m² ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem z wykorzystaniem środka jonowymiennego w płynie 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 jonowymiennego,
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- wymieszanie gruntu rodzimego lub ulepszanego kruszywem ze spoiwem w korycie drogi, –doziarnienie istniejącego podłoża gruntowego zgodnie z opracowaną recepturą,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- -bmiar geodezyjny,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,
- załadowanie, wywiezienie, składowanie i utylizacja nadmiaru gruntu.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

Normy i przepisy związane podano w OST „Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym w płynie z dodatkiem cementu Wymagania ogólne” pkt 10.

1. PN-B-04300 Cement. Metody badań. Oznaczanie cech fizycznych
2. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
3. PN-B-06714-12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych
4. PN-B-06714-15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego
5. PN-B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych
6. PN-B-06714-28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
7. PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego
8. PN-B-06714-38 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu wapniowego
9. PN-B-06714-39 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu żelazawego

*Podbudowa z gruntu stabilizowanego środkiem jonowymiennym lub jonowymiennym hydrofobowym
w płynie.
D-01/2017*

10. PN-B-06714-42 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles
11. PN-B-19701 Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności
12. PN-B-30020 Wapno
13. PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw
14. PN-C-84038 Wodorotlenek sodowy techniczny
15. PN-C-84127 Chlorek wapniowy techniczny
16. PN-S-96011 Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych
17. PN-S-96012 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
18. PN-S-96035 Drogi samochodowe. Popioły lotne
19. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
20. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego
21. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
22. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata
23. BN-70/8931-05 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika nośności gruntu jako podłoża nawierzchni podatnych
24. BN-73/8931-10 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego
25. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
26. BN-71/8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi.

10.2. Inne dokumenty