

**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA
TECHNICZNA**

D-04.05.01

**Podbudowa z kruszywa stabilizowanego cementem 2,5-5,0 MPa
(mieszanie w mieszarkach stacjonarnych)**

1. Wstęp.

1.1. Przedmiot ST.

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem o wytrzymałości $R_{28} = 2,5 - 5,0$ MPa na drodze przy budowie drogi.

1.2. Zakres stosowania ST.

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 ST dotyczą prowadzenia robót przy wykonywaniu podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem i obejmują:

1.4. Określenia podstawowe.

1.4.1. Stabilizacja gruntu (kruszywa) cementem - proces technologiczny polegający na zmieszaniu spulchnionego gruntu lub kruszywa z optymalną ilością cementu, wody a w razie potrzeby innych dodatków ulepszających grunt (wapno, popioły lotne), z wyrównaniem i zagęszczeniem wytworzonej mieszanki.

1.4.2. Inne określenia podane w niniejszej ST są zgodne z odpowiednimi polskimi normami wraz z określeniami podanymi w ST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Kierownika Projektu.
Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM-00.00.00. "Wymagania ogólne".

2. Materiały.

2.1. Cement.

Do stabilizacji gruntu należy stosować cementy powszechnego użytku klasy 32,5 odpowiadające wymaganiom normy PN-EN 197-1.
Cement używany do stabilizacji 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 3 miesiące może być użyty za zgodą Kierownika Projektu, gdy zaroby próbne wykażą zadowalającą wytrzymałość na ścislenie i zadowalającą mrozoodporność.

Każda partia dostarczonego cementu musi posiadać deklarację zgodności producenta wraz z wynikami badań.

Przed użyciem cementu do wykonania stabilizacji gruntu cement powinien podlegać następującym badaniom:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3
- sprawdzenie zawartości grudek nie dających się roznieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Grudki nie dające się roznieść w palcach i nie rozpadające się w wodzie należy z cementu usunąć poprzez przesianie przez sito 2 mm. Jeśli ich ilość przekracza 45 % masy cementu nie powinien on być dopuszczony do wytwarzania mieszanki gruntowo-cementowej.

W przypadku gdy:

- czas wiązania lub zmiany objętości nie odpowiadają wymaganiom norm przedmiotowych na cementy
- cement przechowywany jest niezgodnie z postanowieniami odpowiednich norm
- okres przechowywania cementu jest dłuższy niż podano w normie PN-B-19701.
- cement wykazuje zawartość grudek,

Obowiązuje oznaczenie wytrzymałości cementu na ściskanie wg PN-EN 196-1.

Wymagania dla cementu do stabilizacji gruntu podaje tablica 1.

Tablica 1 – Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu.

Klasa	Wytrzymałość na ściskanie, MPa				Czas wiązania		Stałość objętości mm
	wczesna		normowa				
	2 dni	7 dni	28 dni		początek min.	koniec h	
32,5	-	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 12	≤ 10
32,5 R	≥ 10	-					

2.2. Kruszywa.

2.2.1. Właściwości kruszyw.

Przydatność kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem należy oceniać na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonanych zgodnie z wymaganiami normy PN-S-96012.

Do wykonania podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem należy stosować kruszywa spełniające wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem.

Lp.	W ł a ś c i w o ś c i	Jednostka	Wymagania
1.	Uziarnienie: - ziarn przechodzących przez sito # 50 mm, - ziarn przechodzących przez sito # 25 mm, - ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, - ziarn przechodzących przez sito # 0,25 mm, - ziarn przechodzących przez sito #0,05 mm, - zawartość części mniejszych od 0,002 mm, nie więcej niż	% % % % % %	100 85 – 100 50 – 100 10 – 100 0 – 100 20
2.	Granica płynności, nie więcej niż	%	40
3.	Wskaźnik plastyczności, nie więcej niż	%	15
4.	Odczyn pH	-	Od 5 do 8
5.	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, nie więcej niż	%	2,0
6.	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ nie więcej niż	%	1,0

Dodatkowym kryterium oceny przydatności kruszyw do stabilizacji cementem jest wskaźnik piaskowy.

Najlepsze wyniki uzyskuje się przy kruszywach o wskaźniku piaskowym $20 \leq WP \leq 50$ oraz zawartości frakcji < 0,075 mm do 15 %, a także zawartości ziarn > 2 mm co najmniej 30 %.

Decydującym sprawdzieniem przydatności kruszywa do stabilizacji cementem są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego.

Kruszywa nie spełniające wymagań określonych w tablicy 2 mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu wapnem, popiołami lotnymi, chlorkiem wapniowym po uzyskaniu akceptacji Kierownika Projektu.

Po ulepszeniu kruszywo musi spełniać wymagania co do składu, wytrzymałości i mrozoodporności próbek kruszywa stabilizowanego, określone w pkt. 2.6.

2.2.2. Źródła pozyskiwania kruszyw.

Kruszywa użyte do stabilizacji cementem powinny pochodzić ze źródeł uzgodnionych i zaakceptowanych przez Kierownika Projektu. Kruszywa nie spełniające wymagań określonych w pkt. 2.2.1. niniejszej ST, zostaną zdyskwalifikowane.

2.3. Woda.

Woda stosowana do stabilizacji kruszywa i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna spełniać wymagania normy PN-88/B-32250.

Do wymienionych celów można bez badań użyć wodociągową wodę pitną.

2.4. Dodatki ulepszające.

Przy stabilizacji kruszywa cementem, w uzasadnionych przypadkach mogą być stosowane dodatki ulepszające:

- wapno, PN-90/B-30020
- popioły lotne wg. PN-S-96036
- chlorek wapniowy wg. PN-C-84127

2.5. Materiały do pielęgnacji warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem.

Do pielęgnacji świeżo ułożonej warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem należy stosować preparaty powłokowe lub folie z tworzyw sztucznych posiadające aprobaty techniczne IBDiM lub deklaracje zgodności producenta.

Dopuszcza się pielęgnację przez przykrycie warstwą piasku naturalnego lub warstwą włókniny utrzymywanej w stanie wilgotnym przez zraszanie wodą.

2.6. Mieszanka cementowo- kruszypowa.

2.6.1. Zawartość cementu.

Zawartość cementu należy przyjmować w granicach od 4 % do 10 % liczonych w stosunku do masy suchego kruszywa, zależnie od rodzaju i uziarnienia kruszywa, marki stosowanego cementu oraz rodzaju warstwy i kategorii ruchu. Maksymalna zawartość cementu w mieszance cementowo- kruszypowej dla poszczególnych warstw podbudowy nie powinna przekraczać ilości wg. Tablicy 3.

Tablica 3.

Lp.	Kategoria ruchu	Maksymalna zawartość cementu, w stosunku do masy suchego kruszywa	
		Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza
1.	KR 4 do 6	6	6
2.	KR 1 do 3	10	10

2.6.2. Zawartość wody.

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

2.6.3. Wytrzymałość na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego cementem oraz wskaźnik mrozoodporności próbek.

Decydującym kryterium przydatności mieszanki cementowo- kruszypowej do wykonania warstwy podbudowy jest wytrzymałość na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego cementem, oznaczona po 7 i 28 dniach twardnienia oraz wskaźnik mrozoodporności próbek.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności próbek obowiązuje w przypadku stabilizacji cementem gruntów średnio i bardzo spoistych oraz gruntów i kruszyw z zawartością części organicznych powyżej 2 %, albo gruntów i kruszyw kwaśnych o $\text{pH} \leq 5$ lub przy dodaniu popiołów lotnych w ilości większej niż cement.

Wymagane wytrzymałości na ściskanie kruszywa stabilizowanego cementem oraz wymagane wskaźniki mrozoodporności próbek w zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, podano w tablicy 4.

Tablica 4.

Rodzaje warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą		Wskaźnik mrozoodporności
	R ₇	R ₂₈	
	MPa		
Podbudowa zasadnicza nawierzchni drogowej obciążonej ruchem kategorii KR1 lub podbudowa pomocnicza nawierzchni drogowej obciążonej ruchem kategorii KR od 2 do 6	od 1,6 do 2,2	od 2,5 do 5,0	0,7

Dolne granice R₇ zaleca się stosować w odniesieniu do cementów klasy 32,5, a górne do cementów klasy 32,5 R.

3. Sprzęt.

3.1. Ogólne warunki stosowania sprzętu.

Ogólne warunki stosowania sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne". Jakikolwiek sprzęt, maszyny i urządzenia nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych robót, zostaną przez Kierownika Projektu zdyskwalifikowane i niedopuszczone do robót.

3.2. Sprzęt przy zastosowaniu mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

Do wykonania podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem należy stosować:

- wytwórnie stacjonarne do wytwarzania mieszanki cementowo- kruszywowej,
- samochody samowyładowcze do transportu wyprodukowanej mieszanki,
- układarki lub równiarki do rozkładania i wyprofilowania warstwy,
- walce gładkie, wibracyjne lub ogumione do zagęszczania; w miejscach trudnodostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.

Przy zastosowaniu mieszania w mieszarkach stacjonarnych należy zapewnić wagowe dozowanie kruszywa i cementu oraz objętościowe dozowanie wody.

Ponadto należy stosować prowadnice, o ile ich użycie jest konieczne do uzyskania wymaganych cech geometrycznych warstwy.

Wydajność sprzętu powinna zapewnić zachowanie warunków technologicznych dotyczących czasu mieszania i zagęszczania.

4. Transport.

4.1. Transport cementu.

Transport cementu powinien odbywać się z zastosowaniem cemento-wozów. W czasie transportu i przeładunku cement nie może ulec zawilgoceniu.

4.2. Transport wody.

Woda może być dostarczana wodociągiem lub cysternami.

4.3. Transport mieszanki z wytwórni stacjonarnej.

Transport mieszanki cementowo- kruszywowej powinien odbywać się w warunkach uniemożliwiających jej zanieczyszczenie.

5. Wykonanie robót.

5.1. Ogólne warunki wykonania robót.

Ogólne warunki wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne".

5.2. Projektowanie składu mieszanki cementowo- kruszywowej.

Na co najmniej 30 dni przed rozpoczęciem robót Wykonawca powinien dostarczyć Kierownikowi Projektu do akceptacji projekt składu mieszanki oraz próbki kruszyw i cementu pobrane w jego obecności.

Projekt składu mieszanki powinien być opracowany w oparciu o:

- wyniki badań kruszyw,
- wyniki badań cementu,
- wyniki badań wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności kruszywa stabilizowanego cementem według metod podanych w PN-S-96012 oraz wymagań niniejszej Specyfikacji.

Projekt składu mieszanki powinien zawierać:

- wymaganą ilość cementu,
 - wymaganą zawartość wody, odpowiadającą wilgotności optymalnej gruntu z cementem.
- Ilości składników należy podać w kg/m^3 .

5.3. Warunki atmosferyczne.

Podbudowa z kruszywa stabilizowanego cementem nie powinna być wykonywana wtedy gdy temperatura powietrza spadła poniżej 2°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać stabilizacji kruszyw cementem jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 2°C czasie najbliższych 7 dni.

5.4. Przygotowanie podłoża.

Podłoże pod podbudowę z kruszywa stabilizowanego cementem należy wykonać zgodnie z Dokumentacją Projektową i ST odnoszącą się do danego rodzaju podłoża.

Podłoże gruntowe powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w ST D-02.00.00 „Roboty ziemne”.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy i ulepszanego podłoża powinny być wcześniej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

Jeżeli warstwa mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu podbudowy 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 mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

5.5. Wytworzenie mieszanki cementowo-gruntowej.

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej z uwzględnieniem rzeczywistych wilgotności kruszyw. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszyw i cementu oraz objętościowego dozowania wody, gwarantującej następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy suchej mieszanki:

- kruszywo $\pm 3 \%$
- pozostałe składniki $\pm 2 \%$

Czas mieszania jednego zarobu, licząc od chwili wprowadzenia wszystkich składników do mieszalnika, powinien być tak dobrany aby była zapewniona jednorodność wymieszania. Dodatki ulepszające powinny być dozowane do betoniarki przed dozowaniem cementu.

5.6. Profilowanie.

Przed zagęszczeniem mieszanka cementowo- kruszywowa powinna być wyprofilowana do zaprojektowanych pochyleń podłużnych i poprzecznych oraz przechytek na łukach. 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 Kierownika Projektu.

5.7. Zagęszczenie.

Zagęszczenie warstwy z mieszanki kruszywowo-cementowej powinno być wykonane przy wilgotności optymalnej po wyprofilowaniu nie później niż przed zakończeniem czasu wiązania cementu.

Zagęszczenie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców wibracyjnych lub statycznych, płyt wibracyjnych lub innego sprzętu zaakceptowanego przez Kierownika Projektu.

Pojawiające się w czasie zagęszczenia zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady powinny być natychmiast naprawione przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Wilgotność zagęszczonej mieszanki oznaczona wg. PN-88/B-04481 nie powinna się różnić od wilgotności optymalnej o więcej niż $\pm 1 \%$.

Wskaźnik zagęszczenia mieszanki nie powinien być mniejszy niż 1,00 według normalnej próby Proctora, zgodnie z normą PN-88/B-04481.

Zagęszczanie podbudowy oraz ulepszonego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi.

5.8. Spoiny robocze.

Bezpośrednio po zagęszczeniu warstwy należy obciąć pionowo jej krawędzi kończącą działkę roboczą. Przed przystąpieniem do wykonywania następnej działki odciętą płaszczyznę należy zwilżyć wodą. Od obcięcia krawędzi w wykonanej warstwie można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania poprzedniej działki a rozpoczęciem wykonywania następnej nie przekracza 60 minut.

5.9. Pielęgnacja warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem i utrzymanie podbudowy

O ile w czasie 2 godzin po zagęszczeniu warstwa nie zostanie pokryta nową warstwą z takiego samego materiału lub inną warstwą nawierzchni, to powinna być ona natychmiast poddana pielęgnacji. Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową, asfaltem D_{200} lub D_{300} w ilości $0,5 + 1,0 \text{ kg/m}^2$.
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie drogowym i mostowym, w ilości do $0,5 \text{ kg/m}^2$ po uprzednim zaakceptowaniu przez Kierownika Projektu.
- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia w czasie co najmniej 7 dni.

- d/ przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią plastikową, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr.
- e/ przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

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

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

Podbudowa i ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową podbudowę lub ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy lub ulepszonego podłoża obciąża Wykonawcę robót. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw podbudowy lub ulepszonego podłoża uszkodzonych wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz na koszt własny. Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia podbudowy lub ulepszonego podłoża. Warstwa stabilizowana spoiwami hydraulicznymi powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

5.10. Grubość podbudowy.

Grubość podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową.

Dopuszczalne odchyłki od zaprojektowanej grubości nie powinny przekraczać:

- dla podbudowy zasadniczej ± 1 cm
- dla podbudowy pomocniczej +10 % i -15 %.

6. Kontrola jakości robót.

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót.

W czasie budowy Wykonawca powinien wykonywać systematycznie pomiary i badania kontrolne i dostarczać ich wyniki Kierownikowi Projektu.

Pomiary i badania kontrolne Wykonawca powinien wykonywać w zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań jakości robót, lecz nie rzadziej niż podano w SST.

Kierownik Projektu i laboratorium Zamawiającego mogą pobierać próbki i wykonywać badania oraz pomiary kontrolne niezależnie od badań i pomiarów Wykonawcy na koszt Zamawiającego.

Jeżeli wyniki badań wykażą, że badania Wykonawcy są niewiarygodne, Kierownik Projektu przy ocenie jakości robót może oprzeć się wyłącznie na własnych badaniach i pomiarach oraz na wykonanych przez laboratorium Zamawiającego lub zlecić niezależnemu laboratorium przeprowadzenie powtórnych badań i pomiarów na koszt Wykonawcy.

6.2. Zakres i częstotliwość badań oraz pomiarów kontrolnych.

Zakres i częstotliwość badań oraz pomiarów kontrolnych przy wykonywaniu podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem podaje tabela 5.

Tablica 5. Zakres i częstotliwość badań.

Lp.	Wyszczególnienie badań	Minimalna częstotliwość badań
1	2	3
	Badania przed przystąpieniem do robót.	
1.	Sprawdzenie przydatności kruszyw <ul style="list-style-type: none"> - uziarnienie - granica płynności - wskaźnik plastyczności - odczyn pH - zawartość części organicznych - zawartość siarczanów - wskaźnik piaskowy - wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego 	raz na etapie projektowania składu mieszanki cementowo- kruszywowej i przy każdej zmianie materiału
2.	Sprawdzenie przydatności cementu <ul style="list-style-type: none"> - początek i koniec wiązania cementu - stałość objętości - zawartość grudek (zbryleń) cementu nie dających się roznieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie - oznaczenie normowej wytrzymałości cementu 	
3.	Projekt składu mieszanki cementowo- kruszywowej <ul style="list-style-type: none"> - wykonanie próbek - pielęgnacja próbek - oznaczenie wytrzymałości próbek na ściskanie - określenie wskaźnika mrozoodporności próbek - obliczenie ilości cementu oraz wody i ewentualnie dodatków na 1 m³ mieszanki lub 1 m² stabilizowanej warstwy 	
	Badania w czasie budowy.	
4.	Wskaźnik zagęszczenia	2 razy na dziennej działce roboczej lub 6000 m ² warstwy
5.	Uziarnienie kruszywa przeznaczonego do stabilizacji.	
6.	Wilgotność mieszanki cementowo- kruszywowej.	
7.	Grubość zagęszczonej warstwy stabilizowanej	6 próbek z dziennej działki roboczej lub z 6000 m ² warstwy
8.	Wytrzymałość kruszywa stabilizowanego na ściskanie po 7 i 28 dniach	

1	2	3
	Badania odbiorcze po wykonaniu podbudowy	
9.	Szerokość warstwy	10 razy na 1 km
10.	Równości i spadki w przekroju poprzecznym *)	
11.	Równość w profilu podłużnym	co 20 m łątą
12.	Rzędne wysokościowe	co 25 m dla dróg ekspresowych, co 100 m dla pozostałych dróg
13.	Równość i ukształtowanie osi w planie *)	
14.	Jednolitość wyglądu warstwy	cała powierzchnia odbieranej warstwy
*) dodatkowe pomiary w punktach głównych łuków poziomych: na początku i na końcu krzywej przejściowej oraz na początku, w środku i na końcu każdego łuku poziomego.		

6.3. Badania kwalifikacyjne przed przystąpieniem do robót.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawia Kierownikowi Projektu do akceptacji projekt składu mieszanki cementowo- kruszywowej wraz z reprezentatywnymi próbkami materiałów.

Projekt składu mieszanki cementowo- kruszywowej powinien zawierać:

- wyniki badań kruszywa wg. zakresu podanego w tablicy 5.
- wyniki badań cementu wg. zakresu podanego w tablicy 5.
- skład ilościowy mieszanki cementowo- kruszywowej na 1m^3 .
- wyniki badań wytrzymałości na ściskanie próbek zarobu próbnego.
- oznaczenie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu cementowo- kruszywowego mieszanki.
- wskaźnik mrozoodporności (w przypadku gruntów i kruszyw wymienionych w pkt. 2.6.3).

Mieszanka cementowo- kruszywowa oraz składniki wchodzące w jej skład powinny spełniać wymagania podane w pkt. 2 niniejszej SST.

Projektowanie składu mieszanki cementowo- kruszywowej powinno przebiegać zgodnie z zasadami podanymi w normie PN-S-96012 pkt. 3.6.5.

6.4. Badania i pomiary kontrolne w czasie wykonywania robót.

Wykonawca w czasie wykonywania podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem powinien systematycznie wykonywać badania i pomiary kontrolne, dokumentować je na piśmie a ich wyniki przedstawiać Kierownikowi Projektu.

Zakres i częstotliwość wymaganych badań oraz pomiarów w czasie robót podaje tablica 5.

6.4.1. Uziarnienie kruszywa.

Uziarnienie kruszywa należy badać wg. PN-88/B-04481.

6.4.2. Wskaźnik zagęszczenia i wilgotność.

Wskaźnik zagęszczenia gruntu stabilizowanego należy sprawdzać zgodnie z BN-77/8931-12.

Wymagany wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 1,00$.

Wilgotność mieszanki cementowo- kruszywowej należy sprawdzać wg. PN-88/B-04481.

Nie powinna się ona różnić od wilgotności optymalnej o więcej niż $\pm 1\%$.

6.4.3. Grubość warstwy.

Grubość zagęszczonej warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem sprawdza się w miejscach badania wskaźnika zagęszczenia. W przypadku większych różnic niż podane w pkt. 5.10 należy dodatkowo sprawdzić grubość w dwóch innych losowo wybranych miejscach.

Grubość warstwy może być także określona na podstawie wyników niwelacji.

6.4.4. Wytrzymałość na ściskanie.

Bezpośrednio przed rozpoczęciem zagęszczania mieszanki należy pobrać odpowiednią jej ilość do sporządzenia serii 6 próbek walcowych o wymiarach $d = h = 8\text{ cm}$.

Wytrzymałość na ściskanie kruszywa stabilizowanego cementem należy sprawdzać na seriach składających się z 3 próbek po 7 i 28 dniach dojrzewania.

Formowanie próbek, pielęgnację i badanie wytrzymałości na ściskanie należy wykonać zgodnie z PN-S-96012.

Wytrzymałość kruszywa stabilizowanego cementem oblicza się jako średnią arytmetyczną z trzech wyników i podaje z dokładnością do 0,1 MPa.

Przy obliczaniu średniej arytmetycznej należy odrzucić wynik niższy lub wyższy o 30 %

od tej średniej i wyznaczyć średnią arytmetyczną pozostałych wyników.

Wymagana wytrzymałość na ściskanie:

po 7 dniach - od 1,6 do 2,2 MPa

po 28 dniach - od 2,5 do 5,0 MPa

W przypadku otrzymania wyników różniących się od podanych wymagań zaleca się sprawdzenie wytrzymałości na próbkach wyciętych z podbudowy.

Oznaczenie 28-dniowej wytrzymałości na ściskanie wykonuje laboratorium Zamawiającego na próbkach dostarczonych przez Kierownika Projektu.

6.5. Badania odbiorcze po wykonaniu podbudowy.

Zakres i częstotliwość badań odbiorczych podaje tablica 5.

6.5.1. Szerokość.

Sprawdzenie szerokości warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem polega na zmierzeniu taśmą mierniczą, prostopadle do osi drogi odległości jej przeciwnych brzegów.

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

6.5.2. Równość i spadki poprzeczne w przekroju poprzecznym.

Prawidłowość przekroju poprzecznego, jego spadków i równości, należy sprawdzać przy użyciu łąty profilowanej z poziomnicą, klina cechowanego i przymiaru liniowego lub metodą niwelacji.

Spadki poprzeczne podbudowy nie powinny się różnić od zaprojektowanych o więcej niż $\pm 0,5\%$.

Równość w przekroju poprzecznym powinna być taka, aby po przyłożeniu łąty profilowej prostopadle do osi drogi prześwit między łątą a powierzchnią podbudowy nie przekraczał:

12 mm - dla podbudowy zasadniczej

15 mm - dla podbudowy pomocniczej

6.5.3. Równość w profilu podłużnym.

Sprawdzenie równości w profilu podłużnym należy wykonać przy użyciu łąty 4-metrowej wg. BN-68/8931-04.

Równość w profilu podłużnym powinna być taka, aby nierówności nie przekraczały:

12 mm - dla podbudowy zasadniczej

15 mm - dla podbudowy pomocniczej

6.5.4. Rzędne wysokościowe.

Sprawdzenie rzędnych wysokościowych polega na wykonaniu pomiarów niwelacyjnych.

Rzędne wysokościowe osi i krawędzi podbudowy powinny być zgodne z zaprojektowanymi z tolerancją +10 mm i -20 mm.

6.5.5. Ukształtowanie osi w planie.

Sprawdzenie ukształtowania osi w planie polega na wykonaniu pomiarów geodezyjnych usytuowania poszczególnych charakterystycznych punktów osi w stosunku do stałych punktów odniesienia.

Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi zaprojektowanej o więcej niż 5 cm.

6.5.6. Jednolitość wyglądu warstwy.

Sprawdzenie jednolitości wyglądu warstwy z kruszywa stabilizowanego cementem polega

na wizualnej ocenie zabarwienia, wielkości ziarn i ogólnego wyglądu warstwy (brak rys, spękań itp.).

6.5.7. Sprawdzenie materiałów do pielęgnacji.

Kontrola materiałów do pielęgnacji podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem polega na sprawdzeniu zgodności ich właściwości z wymaganiami odnośnych przepisów. W piasku przeznaczonym do pielęgnacji podbudowy należy oznaczyć zawartość zanieczyszczeń organicznych, która nie powinna przekraczać 2 %.

6.6. Ocena wyników badań i pomiarów kontrolnych.

Podbudowę z kruszywa stabilizowanego cementem 2,5 – 5,0 MPa należy uznać za wykonaną prawidłowo, jeżeli wyniki badań i pomiarów spełniają wymagania niniejszej SST z zachowaniem tolerancji.

7. Obmiar robót.

Obmiar każdej warstwy podbudowy powinien być dokonany na budowie, w metrach kwadratowych, po ułożeniu i zagęszczeniu. Obmiar odbywa się w obecności Kierownika Projektu i wymaga jego akceptacji. Obmiar nie powinien obejmować jakichkolwiek dodatkowo wykonanych powierzchni nie wykazanych w Dokumentacji Projektowej, z wyjątkiem powierzchni zaakceptowanych na piśmie przez Kierownika Projektu. Nadmiar grubości lub nadmierna powierzchnia podbudowy w stosunku do Dokumentacji Projektowej, wykonana bez pisemnego upoważnienia Kierownika Projektu, nie może stanowić podstawy do roszczeń o dodatkową zapłatę.

8. Odbiór robót.

Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie wyniki pomiarów i badań z bieżącej kontroli materiałów i robót.

Odbioru podbudowy dokonuje Kierownik Projektu na podstawie wyników badań Wykonawcy, badań własnych i laboratorium Zamawiającego oraz oględzin warstwy. W przypadku stwierdzenia wad Kierownik Projektu 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 na własny koszt w terminie ustalonym z Kierownikiem Projektu.

9. Podstawa płatności.

Płatność za m² (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości robót.

Cena wykonania 1 m² podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- sprawdzenie i ewentualną naprawę podłoża,
- oznakowanie robót,
- zakup i dostarczenie materiałów i sprzętu
- opracowanie receptury laboratoryjnej składu mieszanki
- wyprodukowanie mieszanki cementowo-kruszywowej zgodnie z recepturą laboratoryjną
- transport mieszanki na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie mieszanki do wymaganej grubości, wymaganego profilu oraz spadku
- formowanie, profilowanie i zagęszczenie mieszanki do wymaganej grubości, wymaganego profilu oraz spadku
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,

10. Przepisy związane.

10.1. Normy.

1. PN-88/B-04481 - Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
2. PN-B-11111 - Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; żwir i mieszanka.
3. PN-B-11112 - Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
4. PN-B-11113 - Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; piasek.
5. PN-B-06714/28 - Badania. Oznaczenie zawartości siarki metodą bromową.
6. PN-EN 197-1 - Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
7. PN-EN 196-1 - Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.
8. PN-EN 196-3 - Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.
9. PN-EN 196-7 - Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu.
10. BN-88/6731-08 - Cement. Transport, przechowywanie.
11. PN-88/B-32250 - Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.
12. PN-75/C-84127 - Chlorek wapniowy techniczny.
13. PN-S-96035 - Popioły lotne.
14. PN-S-96012 - Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
15. BN-88/8931-04 - Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
16. BN-77/8931-12 - Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.