

D-04.05.01 PODBUDOWA I ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU LUB KRUSZYWA STABILIZOWANEGO CEMENTEM

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem ulepszonego podłoża z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem grub. 30 cm wykonanym metodą na miejscu.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Podbudowa z gruntu stabilizowanego cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

1.4.2. Mieszanka cementowo-gruntowa - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków ulepszących, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach.

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

1.4.4. Kruszywo stabilizowane cementem - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszących, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.5. Podłoże gruntowe ulepszone cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.

1.4.6. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

2. MATERIAŁY

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 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	Stałość 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 tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykazą jego przydatność do robót.

2.1. Grunty

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

Do wykonania podbudów i ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem należy stosować grunty spełniające wymagania podane w tabelicy 2.

Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykazują, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami określonymi w p. 2.7 tabela 4.

Tabela 2. Wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem
wg PN-S-96012 [17]

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badania według
1	Uziarnienie a) ziarn przechodzących przez sito # 40 mm, % (m/m), nie mniej niż : b) ziarn przechodzących przez sito # 20 mm, % (m/m), powyżej c) ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), powyżej d) cz. st. mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej	100 85 50 20	PN-B-04481 [2]
2	Granica płynności, % (m/m), nie więcej niż :	40	PN-B-04481 [2]
3	Wskaźnik plastyczności, % (m/m), nie więcej niż :	15	PN-B-04481 [2]
4	Odczyn pH	od 5 do 8	PN-B-04481 [2]
5	Zawartość cz. organicznych, % (m/m), nie więcej niż :	2	PN-B-04481 [2]
6	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , % (m/m), nie więcej niż :	1	PN-B-06714-28 [6]

Grunty nie spełniające wymagań określonych w tabelicy 2, mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem, popiołami lotnymi.

Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane cementem dla podbudów pomocniczych i ulepszonego podłoża pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem.

Dodatkowe kryteria oceny przydatności gruntu do stabilizacji cementem; zaleca się użycie gruntów o:

- wskaźniku piaskowym od 20 do 50, wg BN-64/8931-01 [20],
- zawartości ziarn pozostających na sicie # 2 mm - co najmniej 30%,
- zawartości ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm - nie więcej niż 15%.

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

2.2. Kruszywa

Do stabilizacji cementem można stosować piaski, mieszanki i wiry albo mieszanek tych kruszyw, spełniające wymagania podane w tabelicy 3.

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykazują, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w p. 2.7 tabela 4.

Tabela 3. Wymagania dla kruszyw przeznaczonych do stabilizacji cementem

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badania według
-----	-------------	-----------	----------------

1	Uziarnienie a) ziarn pozostających na sicie # 2 mm, %, nie mniej niż : b) ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm, %, nie więcej niż :	30 15	PN-B-06714-15 [4]
2	Zawartość ci organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż :	wzorcowa	PN-B-06714-26 [5]
3	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż :	0,5	PN-B-06714-12 [3]
4	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , %, poniżej:	1	PN-B-06714-28 [6]

Jeżeli kruszywo przeznaczone do wykonania warstwy nie jest wbudowane bezpośrednio po dostarczeniu na budowę i zachodzi potrzeba jego okresowego składowania na terenie budowy, to powinno być ono składowane w przydmach, na utwardzonym i dobrze odwodnionym placu, w warunkach zabezpieczających przed zanieczyszczeniem i przed wymieszaniem różnych rodzajów kruszyw.

2.3. 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 wrażliwych źródeł nie można używać do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podanymi normami lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek gruntowo-cementowych wykonanych z wodą wrażliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem.

2.4. Dodatki ulepszające

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

- wapno wg PN-B-30020 [12],
- popioły lotne wg PN-S-96035 [18],
- chlorek wapniowy wg PN-C-84127 [15].

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

2.5. Grunt lub kruszywo stabilizowane cementem

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 4.

Tablica 4. Wymagania dla gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszanego podłoża

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą (MPa)		Wskaźnik mrozoodporności
		po 7 dniach	po 28 dniach	
1	Podbudowa zasadnicza dla KR1 lub podbudowa pomocnicza dla KR2 do KR6	od 1,6 do 2,2	od 2,5 do 5,0	0,7
2	Górną część warstwy ulepszanego podłoża gruntowego o grubości co najmniej 10 cm dla KR5 i KR6 lub górną część warstwy ulepszenia słabego podłoża z gruntów wrażliwych oraz wysadzinowych	od 1,0 do 1,6	od 1,5 do 2,5	0,6

3	Dolna cz warstwy ulepszanego podło a gruntowego w przypadku posadowienia konstrukcji nawierzchni na podło u z gruntów w tliwych i wysadzinowych	-	od 0,5 do 1,5	0,6
---	---	---	---------------	-----

3. SPRZ T

Do wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu nale y u ywa :

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
- spycharek, równiarek lub sprz tu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
- ci kich szablonów do wyprofilowania warstwy,
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szeroko ci do rozsypywania spoiw,
- przewo nych zbiorników na wod , wyposażonych w urz dzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zag szczania,
- zag szczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zag szczania w miejscach trudnodost pnych.
-

4. TRANSPORT

Wymagania dotycz ce transportu podano w ST D-04.05.00 „Podbudowy i ulepszone podło e z gruntów lub kruszyw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi. Wymagania ogólne” pkt 4.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Warunki przyst pienia do robót

Podbudowa z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem nie mo e by wykonywana wtedy, gdy podło e jest zamarznięte i podczas opadów deszczu. Nie nale y rozpoczyna stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem, je eli prognozy meteorologiczne wskazuj na mo liwy spadek temperatury poni ej 5°C w czasie najbli szych 7 dni.

5.2. Przygotowanie podło a

Podło e gruntowe powinno by przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w OST D-04.01.01 „Koryto wraz z profilowaniem i zag szczaniem podło a” i OST D-02.00.00 „Roboty ziemne”.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy i ulepszanego podło a powinny by wcze niej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny by ustawione w osi drogi i w rz dach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez In yniera.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umo liwiać naci gnie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odst pach nie wi kszych ni co 10 m.

Je eli warstwa mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi ma by układana w prowadnicach, to po wytyczeniu podbudowy nale y ustawi na podło u prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ci le linie kraw dzi układanej warstwy według dokumentacji projektowej. Wysoko prowadnic powinna odpowiada grubo ci warstwy mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami hydraulicznymi, w stanie niezag szczonym. Prowadnice powinny by ustawione stabilnie, w sposób wykluczaj cy ich przesuwanie si pod wpływem oddziaływania maszyn u ytych do wykonania wa

5.3. Skład mieszanki cementowo-gruntowej i cementowo-kruszywowej

Zawarto cementu w mieszance nie mo e przekracza warto ci podanych w tablicy 5. Zaleca si taki dobór mieszanki, aby spełni wymagania wytrzymało ciowe okre lone w p. 2.7 tablica 4, przy jak najmniejszej zawarto ci cementu.

Tablica 5. Maksymalna zawarto cementu w mieszance cementowo-gruntowej lub w mieszance kruszywa stabilizowanego cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszonych podło a

Lp.	Kategoria ruchu	Maksymalna zawarto cementu, % w stosunku do masy suchego gruntu lub kruszywa		
		podbudowa zasadnicza	podbudowa pomocnicza	ulepszone podło e
1	KR 2 do KR 6	-	6	8
2	KR 1	8	10	10

Zawarto wody w mieszance powinna odpowiada wilgotno ci optymalnej, okre lonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [2], z tolerancj +10%, -20% jej warto ci.

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewnia otrzymanie w czasie budowy wła ciwo ci gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem zgodnych z wymaganiami okre lonymi w tablicy 4.

5.4. Stabilizacja metod mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metod mieszania na miejscu mo na u y specjalistycznych mieszarek wieloprzej ciowych lub jednoprzej ciowych albo maszyn rolniczych.

Grunt przewidziany do stabilizacji powinien by spulchniony i rozdrobniony.

Po spulchnieniu gruntu nale y sprawdzi jego wilgotno i w razie potrzeby j zwi kszy w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna by dozowana przy u yciu beczkowozów zapewniaj cych równomierne i kontrolowane dozowanie. Wraz z wod mo na dodawa do gruntu dodatki ulepszaj ce rozpuszczalne w wodzie, np. chlorek wapniowy.

Je eli wilgotno naturalna gruntu jest wi ksza od wilgotno ci optymalnej o wi cej ni 10% jej warto ci, grunt powinien by osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Po spulchnieniu i rozdrobnieniu gruntu nale y doda i przemiesza z gruntem dodatki ulepszaj ce, np. wapno lub popioły lotne, w ilo ci okre lonej w receptcie laboratoryjnej, o ile ich u ycie jest przewidziane w tej e receptcie.

Cement nale y dodawa do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszanego gruntu w ilo ci ustalonej w receptcie laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszaj ce powinny by dodawane przy u yciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez In yniera.

Grunt powinien by wymieszany z cementem w sposób zapewniaj cy jednorodno na okre lon głąboko , gwarantuj c uzyskanie projektowanej grubo ci warstwy po zag szczeniu. W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególn uwag nale y zwróci na jednorodno wymieszania gruntu w obr bie skrajnych pasów o szeroko ci od 30 do 40 cm, przyległych do prowadnic.

Po wymieszaniu gruntu z cementem nale y sprawdzi wilgotno mieszanki. Je eli jej wilgotno jest mniejsza od optymalnej o wi cej ni 20%, nale y doda odpowiedni ilo wody i mieszank ponownie dokładnie wymiesza . Wilgotno mieszanki przed zag szczeniem nie mo e ró ni si od wilgotno ci optymalnej o wi cej ni +10%, -20% jej warto ci.

Czas od momentu rozło enia cementu na gruncie do momentu zako czenia mieszania nie powinien by dłu szy od 2 godzin.

Po zako czeniu mieszania nale y powierzchni warstwy wyrówna i wyprofilowa do wymaganych w dokumentacji projektowej rz dnych oraz spadków poprzecznych i podłu nych. Do tego celu nale y u y równiarek i wykorzysta prowadnice podłu ne, układane ka dorazowo na odcinku roboczym. Od u ycia prowadnic mo na odst pi przy zastosowaniu specjalistycznych mieszarek i technologii gwarantuj cej odpowiedni równo warstwy, po uzyskaniu zgody In yniera. Po wyprofilowaniu nale y natychmiast przyst pi do zag szczenia warstwy. Zag szczenie nale y przeprowadzi w sposób okre lony w p. 5.8.

5.5. Grubość warstwy

Orientacyjna grubość poszczególnych warstw podbudowy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem nie powinna przekraczać:

- 15 cm - przy mieszaniu na miejscu sprzętem rolniczym,
- 18 cm - przy mieszaniu na miejscu sprzętem specjalistycznym,
- 22 cm - przy mieszaniu w mieszarce stacjonarnej.

Jeżeli projektowana grubość warstwy podbudowy jest większa od maksymalnej, to stabilizację należy wykonywać w dwóch warstwach.

Jeżeli stabilizacja będzie wykonywana w dwóch lub więcej warstwach, to tylko najmniejszą warstwę może być wykonana przy zastosowaniu technologii mieszania na miejscu. Wszystkie warstwy należy wykonywać według metody mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

Warstwy podbudowy zasadniczej powinny być wykonywane według technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

5.6. Zagszczanie

Zagszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w SST.

Zagszczanie podbudowy oraz ulepszonych podłoży o przekroju daszkowym powinno rozpoczynać się od krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpoczynać się od najmniejszej krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę większej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagszczania zanieczyszczenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagszczanie. Powierzchnia zagłębionej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

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

W przypadku technologii mieszania na miejscu, operacje zagszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone nie później niż w ciągu 5 godzin, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem.

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

Specjalną uwagę należy położyć na zagszczeniu mieszanki w siedziwisku spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urzędach.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękane podczas zagszczania lub w inny sposób wadliwe, muszą być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne zagszczanie. Roboty te są wykonywane na koszt Wykonawcy.

5.7. Spoiny robocze

W miarę możliwości należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości.

Jeżeli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionowo krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic włożyć onej i zagłębionej mieszance, należy niezwłocznie obciążyć pionowo krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczne spoiny robocze na poziomie działek roboczych. Od obciążenia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagłębienia jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania siedziwego pasa, nie przekracza 60 minut.

Jeżeli w najmniejszej warstwie wystąpią spoiny robocze, to spoiny w warstwie należy wykonywać powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 30 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

5.8. Pielęgnowanie warstwy z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem

Pielęgnowanie powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową, albo asfaltem D200 lub D300 w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m²,
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- c) 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 z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr,
- e) przykrycie warstw 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 Inżyniera.

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 Inżyniera.

6. kontrola jakości robót

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 Inżynierowi 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 ulepszonego podłoża stabilizowanych spoiwami podano w tablicy 1.

Tablica 1. Częstotliwość badań i pomiarów

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy lub ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie
1	Uziarnienie mieszanki gruntu lub kruszywa	2	600 m ²
2	Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwem		
3	Rozdrobnienie gruntu ¹⁾		
4	Jednorodność głębokości wymieszania ²⁾		
5	Zagęszczenie warstwy		
6	Grubość podbudowy lub ulepszonego podłoża	3	400 m ²
7	Wytrzymałość na ściskanie	6 próbek	400 m ²
	– 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem i wapnem	6 próbek	
	– 14 i 42-dniowa przy stabilizacji popiołami lotnymi	3 próbki	
	– 90-dniowa przy stabilizacji uzupełnieniem granulowanym		
8	Mrozoodporność ³⁾	przy projektowaniu i w przypadkach w wątpliwych	
9	Badanie spoiwa:	przy projektowaniu składu mieszanki i przy koniecznej zmianie	
10	– cementu,		
11	– wapna,		
12	– popiołów lotnych,		
	– uzupełniacza granulowanego		
13	Badanie wody	dla każdego w wątpliwego rodzaju	
14	Badanie właściwości gruntu lub kruszywa	dla każdej partii i przy koniecznej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa	
15	Wskaźnik nośności CBR ⁴⁾	w przypadkach w wątpliwych i na zlecenie Inżyniera	

- 1) Badanie wykonuje si dla gruntów spoistych
- 2) Badanie wykonuje si przy stabilizacji gruntu metod mieszania na miejscu
- 3) Badanie wykonuje si przy stabilizacji gruntu lub kruszyw cementem, wapnem i popiołami lotnymi
- 4) Badanie wykonuje si przy stabilizacji gruntu wapnem.

6.3.2. Uziarnienie gruntu lub kruszywa

Próbki do badania należy pobierać z mieszanek lub z podłoża przed podaniem spoiwa. Uziarnienie kruszywa lub gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w OST dotyczących poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonych podłoża.

6.3.3. Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami

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

6.3.4. Rozdrobnienie gruntu

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

6.3.5. Jednorodność i głębokość wymieszania

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

Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi podbudowy czy ulepszonych podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

6.3.6. Zagęszczenie warstwy

Mieszanka powinna być zagęszczana do osi gęstości wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 oznaczonego zgodnie z BN-77/8931-12 [25].

6.3.7. Grubość podbudowy lub ulepszonych 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.

6.3.8. Wytrzymałość na ciskanie

Wytrzymałość na ciskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Probki do badania należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Probki 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 lub 42 dniach przechowywania, a w przypadku stabilizacji ułem granulowanym po 90 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ciskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w OST dotyczącymi poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonych podłoża.

6.3.9. Mrozoodporność

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ciskanie próbek poddawanych cyklicznie zamrażaniu i odmrażaniu powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w OST dotyczącymi poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonych podłoża.

6.3.10. Badanie spoiwa

Dla każdej dostawy cementu, wapna, popiołów lotnych, ułem granulowanego, Wykonawca powinien określić właściwości podane w OST dotyczącymi poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonych podłoża.

6.3.11. Badanie wody

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

6.3.12. Badanie właściwości gruntu lub kruszywa

Wła ciwo ci gruntu lub kruszywa nale y bada przy ka dej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa. Wła ciwo ci powinny by zgodne z wymaganiami podanymi w OST dotycz cych poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszanego podło a.

6.3.13. Wska nik no no ci CBR

Wska nik no no ci CBR okre la si wg normy BN-70/8931-05 [13] dla próbek gruntu stabilizowanego wapnem, piel gnowanych zgodnie z wymaganiami PN-S-96011 [16].

6.4. Wymagania dotycz ce cech geometrycznych i wytrzymało ciowych podbudowy lub ulepszanego podło a stabilizowanych spoiwami

6.4.1. Cz stotliwo oraz zakres bada i pomiarów

Cz stotliwo oraz zakres bada i pomiarów dotycz cych cech geometrycznych podaje tablica 2.

Tablica 2. Cz stotliwo oraz zakres bada i pomiarów wykonanej podbudowy lub ulepszanego podło a stabilizowanych spoiwami

Lp.	Wyszczególnienie bada i pomiarów	Minimalna cz stotliwo bada i pomiarów
1	Szeroko	10 razy na 1 km
2	Równo podłu na	w sposób ci gły planografem albo co 20 m łat na ka dym pasie ruchu
3	Równo poprzeczna	10 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne ^{*)}	10 razy na 1 km
5	Rz dne wysoko ciowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	
7	Grubo podbudowy i ulepszanego podło a	w 3 punktach, lecz nie rzadziej ni raz na 2000 m ²

^{*)} Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie nale y wykona w punktach głównych łuków poziomych.

6.4.2. Szeroko podbudowy i ulepszanego podło a

Szeroko podbudowy i ulepszanego podło a nie mo e ró ni si od szeroko ci projektowanej o wi cej ni +10 cm, -5 cm.

Na jezdniach bez kraw ników szeroko podbudowy powinna by wi ksza od szeroko ci warstwy wy ej le cej o co najmniej 25 cm lub o warto wskazan w dokumentacji projektowej.

6.4.3. Równo podbudowy i ulepszanego podło a

Nierówno ci podłu ne podbudowy i ulepszanego podło a nale y mierzy 4-metrow łat lub planografem, zgodnie z norm BN-68/8931-04 [22].

Nierówno ci poprzeczne podbudowy i ulepszanego podło a nale y mierzy 4-metrow łat .

Nierówno ci nie powinny przekracza :

- 12 mm dla podbudowy zasadniczej,
- 15 mm dla podbudowy pomocniczej i ulepszanego podło a.

6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy i ulepszanego podło a

Spadki poprzeczne podbudowy i ulepszanego podło a powinny by zgodne z dokumentacj projektow z tolerancj $\pm 0,5$ %.

6.4.5. Rz dne wysoko ciowe podbudowy i ulepszanego podło a

Ró nice pomi dzy rz dnymi wykonanej podbudowy i ulepszanego podło a a rz dnymi projektowanymi nie powinny przekracza + 1 cm, -2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie osi podbudowy i ulepszanego podło a

O podbudowy i ulepszonego podłoża w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.4.7. Grubość podbudowy i ulepszonego podłoża

Grubość podbudowy i ulepszonego podłoża nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż :

- dla podbudowy zasadniczej $\pm 10\%$,
- dla podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża $+10\%$, -15% .

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy i ulepszonego podłoża

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy i ulepszonego podłoża

Jeżeli po wykonaniu badania stwierdza się podbudowie lub ulepszonym podłożem stwierdza 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 Inżyniera.

Jeżeli szerokość podbudowy lub ulepszonego podłoża jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę lub ulepszone podłoże przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

Nie dopuszcza się mieszania składników mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

6.5.2. Niewłaściwa grubość podbudowy i ulepszonego podłoża

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę podbudowy lub ulepszonego 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 podbudowy i ulepszonego podłoża

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w OST dla poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszonego podłoża, to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

7. OBMIAR ROBÓT

Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania $1 m^2$ podbudowy i ulepszonego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi obejmuje:

a) w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- spulchnienie gruntu,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- dostarczenie i rozcielenie 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,

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- | | | |
|-----|---------------|--|
| 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 elazowego |
| 10. | PN-B-06714-42 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ciężarowości 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 płyt |
| 22. | BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łaty |
| 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 |

- 25. BN-77/8931-12 pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego
Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
- 26. BN-71/8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych
aktywnymi popiołami lotnymi.

10.2. Inne dokumenty

- 27. Instrukcja CZDP 1980 „Badanie wskaźnika aktywności węgla granulowanego”
- 28. Wytyczne MK CZDP „Stabilizacja kruszyw i gruntów węglem wielkopiecowym granulowanym”, Warszawa 1979
- 29. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, IBDiM - 1997.