

SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D - 04.05.02

ULEPSZONE PODŁOŻE
Z MIESZANKI ZWIĄZANEJ CEMENTEM
LUB INNYM SPOIWEM HYDRAULICZNYM

1. Wstęp

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem ulepszenia podłoża mieszankami związanymi hydraulicznie.

1.2. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstw technologicznych i wzmocnień podłoża pod budowę nasypów i konstrukcji jezdni z:

- mieszanki o R_c = (założonej przez Zamawiającego) MPa tj. dowożonej.
- mieszanki o R_c = (założonej przez Zamawiającego) MPa tj. uzyskanej na miejscu budowy

Dopuszcza się wykonanie stabilizacji na miejscu, jeżeli będą pozwalały na to warunki terenowe i usytuowanie infrastruktury sieciowej.

Ze względu na to że przy wykonaniu w/w zakresu prac mogą zostać wykorzystane założenia normy PN-S-96012:1997 oraz pakiet norm PN-EN 14227 wraz z WT-5/2010 Zamawiający może zdecydować o zastosowaniu:

- gruntu stabilizowanego cementem lub innym spoiwem hydraulicznym na miejscu (z zastrzeżeniem poniżej),
- gotowej mieszanki kruszywowo - spoiwowej wg wybranej przez siebie normy.

Decyzja o wyborze sposobu ulepszenia podłoża oraz normy wg której powinny zostać przeprowadzone badania jest uzależniona między innymi od następujących czynników:

- warunki terenowe i gruntowo - wodne,
- usytuowanie sieci,
- czynnik ekonomiczny (lokalizacja wytwórni, transport),
- ochrona środowiska (np. wykorzystanie materiałów odpadowych popiołowo-żużlowych),

W niniejszej SST zawarto wymagania norm PN-S-96012:1997 i PN-EN 14227.

Nie dopuszcza się jednoczesnego zastosowania norm j.w., ponieważ wyniki jak i metody badań wg powyższych norm są nieporównywalne.

1.3. Określenia podstawowe

Definicje wg PN-EN 14227-1:

- **Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym** - mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.
- **Mieszanka związana cementem (CBGM)** - mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu (lub również hydraulicznego spoiwa - HRB), wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.
- **Mieszanka standardowa** - mieszanka uwzględniająca określoną wielkość produkcji i/lub potrzeby określonego kontraktu, przeznaczona do zagęszczenia do określonej gęstości, o składzie ustalonym na podstawie procedury projektowej, która zapewni zgodność mieszanki z niniejszą normą.
- **Mieszanka związana spoiwem drogowym** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, spoiwa drogowego (gotowego wyrobu o szczególnych właściwościach mających znaczenie dla ulepszonego podłoża) i wody twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej. Twardnienie może być opóźnione przez dodanie środka opóźniającego
- **Podłoże ulepszone z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym** - warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni.

Definicje wg PN-S-96012:1997:

- **Stabilizacja gruntów cementem** - proces technologiczny polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody oraz zagęszczeniu takiej mieszanki, której wytrzymałość, po 7 i 28 dniach twardnienia mieści się w granicach określonych w tablicy 3. Proces mieszania może być wykonany bezpośrednio na drodze lub w stacjonarnych mieszarkach.

- **Grunt stabilizowany cementem lub hydraulicznym spoiwem drogowym** - mieszanka gruntu naturalnego, cementu (lub innego spoiwa: hydrauliczne spoiwa drogowe) i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.
- **Wskaźnik mrozoodporności** - stosunek wytrzymałości (RZ_{28}^{ZO}) próbek poddanych 14 cyklom zamrażania i odmrażania po 14 dniach od dnia ich wykonania do wytrzymałości (R_{28}) próbek poddanych nasyceniu wodą przez 14 dni, po 14 dniach od dnia wykonania, wyrażonych ułamkiem.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w OST D- 00.00.00. „Wymagania ogólne”.

1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

2.2. Spoiwa

2.2.1. Cement

Należy stosować cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg normy PN-EN 197-1.

Lp.	Właściwości	Klasa Cementu 32,5/42,5
1	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż: cement portlandzki bez dodatków cement hutniczy cement portlandzki z dodatkami	16/- 16/- 16/-
2	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5/42,5
3	Czas wiązania: -początek wiązania, najwcześniej po upływie, min. -koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	70/60 12
4	Stałość objętości, mm nie więcej niż	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 197-1. W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Zamawiającego tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

2.2.2. Spoiwa Hydrauliczne

Hydrauliczne spoiwa drogowe powinny spełniać wymagania aprobaty technicznej, natomiast mieszanki powinny spełniać wymagania PN-EN 14227-5:2007

2.3. Grunt

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

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

Do wykonania ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych należy stosować grunty spełniające wymagania podane w tablicy poniżej.

Tabela 2 Zalecane wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem wg PN-S 96012

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badania według
1	Uziarnienie ziarn przechodzących przez sito # 50 mm, % (m/m), nie mniej niż: ziarn przechodzących przez sito # 25 mm, % (m/m), powyżej ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), powyżej cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej	100 85-100 50-100	PN-EN 933-1 (lub PN-B-04481)
2	Granica płynności, % (m/m), nie więcej niż:	40	PN-B-04481
3	Wskaźnik plastyczności, % (m/m), nie więcej niż:	15	PN-B-04481
4	Odczyn pH	od 5 do 8	PN-B-04481
5	Zawartość części organicznych, % (m/m), nie więcej niż:	2	PN-EN 1744-1 (lub PN-B-04481)
6	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , % (m/m), nie więcej niż:	1	PN-EN 1744-1 (lub PN-B-06714-28)
7	Zawartość frakcji mniejszej od 0,075 mm	do 15 %	
8	Zawartość ziarn powyżej 2mm	co najmniej 30 %	
9	Wskaźnik piaskowy	20 < WP < 50	

Grunty nie spełniające wymagań określonych w tabeli 2, mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym.

W zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, wytrzymałość gruntu stabilizowanego cementem wg PN-S-96012, powinna spełniać wymagania określone w tabeli poniżej.

Tabela 3 Wymagania dla gruntów stabilizowanych cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszonych 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	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	od 1,0 do 1,6	od 1,5 do 2,5	0,6
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	0,6

* Oznaczenie mrozoodporności próbek obowiązuje w przypadku stabilizacji cementem gruntów średnio- i bardzo spoiwych oraz gruntów z zawartością części organicznych powyżej 2%, albo gruntów kwaśnych o pH <5 lub przy dodaniu popiołów lotnych w ilości większej niż cementu.

2.4. Mieszanki gotowe na bazie kruszyw naturalnych i sztucznych.

Do gotowych mieszanek cementowo - kruszywowych przygotowywanych w wytwórni można użyć:

- kruszywa naturalnego: piasku, żwirów,
- kruszyw sztucznych (np. kruszywa krzemianowe, wapienne)
- kruszywo z recyklingu
- mieszanek tych kruszyw przy czym recepta powinna określać proporcje z dokładnością do +/- 5% m/m.

Poniżej podano wymagania dla mieszanek gotowych, do wyboru wg norm PN lub PN-EN.

Tabela 3 Wymagania dla mieszanek wg PN.

Lp.	Właściwości	Wymagania dla stabilizacji z kruszyw	Wymagania dla stabilizacji kruszyw sztucznych	Badania wg
1	Uziarnienie ziaren pozostających na sicie # 2 mm, %, nie mniej niż: ziaren przechodzących przez sito 0,075 mm, %, nie więcej niż:	30 15	Krzywe uziarnienia mieszczą się w granicach podanych na rys. 1 PN-S-06103	PN-EN 933-1 (lub inne)
2	Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	wzorcowa	Nie dotyczy	PN-B-04481
3	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż:	0,5	Nie dotyczy	PN-EN 1744-1 lub PN-B-04481
4	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , %, poniżej (m/m):	1,0	3,0	PN-EN 1744-1 lub PN-B-06714-29
5	Zawartość niespalonego węgla, %, nie większa niż: (straty prażenia)	Nie dotyczy	10,0 (tablica 4 PN-S-02205)	PN-EN 1744-1

Wytrzymałość na ściskanie mieszanek gotowych przygotowanych wg PN powinna być zgodna z tabelą 3 niniejszej SST

Tabela 3a Wymagania dla mieszanek przygotowanych wg norm PN-EN i WT-5

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Wymagania wobec kruszyw i mieszanek dla ulepszonych podłoża i podbudowy pomocniczej dla KR1-KR6				
		Mieszanki związane cementem	Mieszanki związane popiołem	Mieszanki związane żużlem	Mieszanki związane spoiwem drogowym	Badania Kruszywa/ odniesienie
KRUSZYWA						
1	Fracje/ zestaw sit #	1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90				PN-EN 13242
2	Zawartość pyłów w kruszywie drobnym i grubym	f*deklarowana	f*deklarowana	f*deklarowana	f*deklarowana	PN-EN 933-1:2000
	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	-
3	Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż	Gc 80/20, GF 80 GA75	Gc 80/20, GF 80 GA 75	Gc 80/20, GF 80 GA 75	Gc 80/20, GF 80 GA 75	PN-EN 933-1:2000
4	Kształt kruszywa grubego maksymalne wartości wskaźnika płaskości	FI deklarowana	FI deklarowana	FI deklarowana	FI deklarowana	PN-EN 933-4:2001 (kruszywo grube)

5	Zawartość ziarn nieforemnych (wskaźnik kształtu) nie więcej niż	SI deklarowa	SI deklarowa	SI deklarowa	SI deklarowa	PN-EN 933-4:2001 (kruszywo grube)
6	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	GT _C NR	GT _C NR	GT _C NR	GT _C NR	PN-EN 933-1:2000
7	Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	GT _F NR GT _A NR	GT _F NR GT _A NR	GT _F NR GT _A NR	GT _F NR GT _A NR	Jw.
8	Zgorzel słoneczna bazaltu	SB _{LA}	SB _{LA}	SB _{LA}	SB _{LA}	PN-EN 1367-3:2002, PN-EN 1097-2
9	Składniki rozpuszczalne w wodzie	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	PN-EN 1744-3:1998
10	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	PN-EN 1744-1:1998
11	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	PN-EN 1744-1:1998
12	Staość objętości żużla stalowniczego	V ₅	V ₅	V ₅	V ₅	PN-EN 1744-1:1998
13	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, %(m/m),	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik mogących pogorszyć wyrób końcowych				-
14	Odporność na ścieranie kruszywa grubego, kategoria nie wyższa niż	M _{DE} NR	M _{DE} NR	M _{DE} NR	M _{DE} NR	PN-EN 1097-1
14 a	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w	C _{NR}	C _{NR}	C _{NR}	C _{NR}	PN-EN 933-5
14 b	Odporność na rozdrabnianie, kategoria nie wyższa niż	LA ₆₀	LA ₆₀	LA ₆₀	LA ₆₀	PN-EN 1097-2
15	Nasiąkliwość, %(m/m), nie więcej niż	WA ₂₄₂ **	WA ₂₄₂ **	WA ₂₄₂ **	WA ₂₄₂ **	PN-EN 1097-6:2001 rozdział 7
16	Mrozoodporność (kruszywo 8/16), ubytek masy po n cyklach zamrażania, %(m/m), nie więcej niż	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10, (F-25)*** kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10, (F-25)*** kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10, (F-25)*** kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10, (F-25)*** kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu	PN-EN 1367-1:2001

17	Zawartość związków siarki w przeliczeniu na SO ₃ , %(m/m), nie więcej niż	Kruszywo kam — A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopiecowy - A _S 1,0	Kruszywo kam — A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopiecowy- A _S 1,0	Kruszywo kam - A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopiecowy- A _S 1,0	Kruszywo kam -A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopiecowy - A _S 1,0	PN-EN17441-1:2000
18	Całkowita zawartość siarki	Kruszywo kam — S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopiecowy - S _{2,0}	Kruszywo kam — S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopiecowy- S _{2,0}	Kruszywo kam — S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopiecowy- S _{2,0}	Kruszywo kam - S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopiecowy - S _{2,0}	PN-EN17441-1:2000
19	Gęstość	deklarowana	deklarowana	deklarowana	deklarowana	PN-EN1097-6:2001(rozdział 7,8 lub 9)
20	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanki	deklarowana		Skład wg pkt 2.2.3	Skład wg pkt 2.2.3	
21	Skład mineralogiczny	deklarowany				
22	Istotne cechy środowiskowe	****	****	****	****	****
MIESZANKA Z CEMENTEM						
23	Minimalna zawartość spoiwa	3%- kruszywo >8 do 31,5mm; 4%- kruszywo od 2,0 do 8,0mm 5% - kruszywo < 2,0mm. Badanie wg PN-EN 14227-1				
24	Wytrzymałość na ściskanie (system 1) po 28 dniach	Klasa C1,5/2,0 dla ulepszanego podłoża ; PN-EN 13286-50 przygotowanie próbek; PN-EN 13286-41 badanie				
25	Mrozoodporność	≥0,6				
26	Zawartość wody	Wg recepty				
MIESZANKA ZWIĄZANA SPOIWEM DROGOWYM						
41	Typy mieszanki	Typ mieszanki 1: 0/31,5 (KR1-6); Typ 2 (0/22,4; 0/16; 0/11,2) — KR1-6; Typ 3 (0/11,2); Typ 4 -KR1-6;				
42	Uziarnienie	Dla typów 1,2 krzywa uziarnienia wg WT-5; Dla typu 3 procent przechodzącej masy powinien wynosić: Sito {mm} 11,2 — 100% Sito 5,60 - >85%; Sito 0,063 - <35% Dla typu 4 deklaracja producenta				
43	Szczelność mieszanki C	Dla mieszanki typu 1-nie wymagane; Dla mieszanki typu 2 (wszystkie uziarnienia) - C >0,8; Dla mieszanki typu 3 — nie wymagane; Dla mieszanki typu 4 - deklarowane przez producenta				
44	Natychmiastowy wskaźnik nośności IPI, nie mniej niż	Dotyczy mieszanki typu 2 (dla KR1-6) ulepszone podłożę i podbudowę pomocniczą - IPI 50 Dotyczy mieszanki typu 3 (dla KR1-6) ulepszone podłożę - IPI 40 Dotyczy mieszanki typu 4 — IPI deklarowane				
45	Wytrzymałość na ściskanie R _c : —badanie wg PN-EN 13286-41 (42 dni pielęgnacji)	Dla mieszanki typu 1,2,3 na podłożę ulepszone (KR1-KR6) -C 0,4/0,5 ale nie więcej niż 4 MPa; Dla mieszanek typu 4 na podłożę ulepszone (KR1-KR6) — R _c deklarowana lecz nie mniej niż 0,5 MPa; Dla mieszanek typu 1,2,3,4, na podbudowę pomocniczą —wg WT-5				

46	Mrozoodporność (w cyklu 42+1+14)	Dla mieszanki typu 1, 2,4 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) — nie określa się Dla mieszanki typu 1,2,4 na podbudowę pomocniczą (KR1-KR6) — >0,60; Dla mieszanki typu 3 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) — nie określa się; Dla mieszanki typu 3 na podbudowę pomocniczą (KR1-KR6) — nie określa się
----	----------------------------------	---

*) - zawartość pyłów w mieszance w kruszywie grubym i drobnym — powinna mieścić się w krzywych granicznych

**) - w przypadku gdy kruszywo nie spełnia warunku nasiąkliwości należy wykonać badanie mrozoodporności

***) - pod warunkiem gdy zawartość w mieszance 50% m/m

****)- w przypadku zastosowania kruszyw sztucznych i odpadowych należy zbadać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg. odrębnych przepisów.

Do klasyfikacji mieszanki B4 należy wybrać jeden z systemów oparty o badanie CBR

i mrozoodporności CBR albo oparty na wytrzymałości na ściskanie R_c i mrozoodporności R_c

2.5. Woda

Do stabilizacji gruntu na miejscu oraz do ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być zastosowana woda wodociągowa pitna.

Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek gruntowo-spoiwowych wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji.

Do mieszanek gotowych należy stosować wodę zgodną z PN-EN 1008:2004.

Niezależnie od rodzaju zastosowanego spoiwa, woda nie powinna zawierać składników opóźniających efekt twardnienia i pogarszających właściwości mieszanki związanej hydraulicznie.

Zawartość wody powinna być tak dobrana aby możliwe było zagęszczenie mieszanki miejscu wbudowana poprzez wałowanie oraz aby uzyskać jej optymalne właściwości mechaniczne.

2.6. Dodatki ulepszające i aktywujące

Przy stabilizacji gruntów cementem bądź w gotowych mieszankach kruszywowo-spoiwowych, można stosować dodatki ulepszające i aktywujące:

- chlorek wapniowy wg PN-C-84127.
- Gips

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

2.7. Materiały do pielęgnacji stabilizacji

Preparaty powłokowe, folie z tworzyw sztucznych, ew. geowłóknina, piasek, woda.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania stabilizacji powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- w przypadku wytwarzania mieszanek kruszywowo-spoiwowych w mieszarkach:
 - mieszarek stacjonarnych,
 - układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
 - walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
 - zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,
 - przewożne zbiorniki na wodę z wyposażeniem
- w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:
 - mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
 - spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
 - rozsypywarek do rozsypywania spoiw,
 - przewożnych zbiorników na wodę,

- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Mieszkankę gruntowo-spoiwową lub kruszynowo-spoiwową można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zanieczyszczeniem, rozsegregowaniem i wysuszeniem lub nadmiernym zawilgoceniem.

5. Wykonanie Robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wyk. robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa stabilizacji nie może być wykonywana lub układana wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas obfitych opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5⁰ C w czasie najbliższych 7 dni.

5.3. Przygotowanie podłoża

Podłoże gruntowe powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w SST dotyczącym wykonania koryta wraz z profilowaniem i zagęszczeniem podłoża.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania w-wy stabilizacji powinny być wcześniej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót (zaleca się co 10 m).

Jeżeli warstwa mieszanki gruntu ze spoiwami hydraulicznymi ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu w-wy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według dokumentacji projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy gruntu 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.

5.4. Skład mieszanki cementowo-gruntowej

Zawartość cementu w mieszance nie powinna przekraczać wartości 10% dla KR1-KR2 i 8% dla KR3- KR 6, w stosunku do masy suchego gruntu. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w SST przy jak najmniejszej zawartości cementu.

5.5. Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek wieloprześciowych lub jednoprześciowych.

Należy sprawdzić wilgotność gruntu i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowsów zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Wraz z wodą można dodawać do gruntu dodatki ulepszające rozpuszczalne w wodzie, np. chlorek wapniowy.

Do gruntu należy dodać i przemieszać z gruntem dodatki ulepszające, np. wapno lub popioły lotne, w ilości określonej w receptce laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane w tej receptce.

Cement należy dodawać do (ewentualnie ulepszanego)gruntu w ilości ustalonej w receptce laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez Zamawiającego.

Grunt powinien być wymieszany 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 wymieszaniu gruntu z cementem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Jeżeli jej wilgotność jest mniejsza od optymalnej należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki zagęszczanej nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż $\pm 1\%$ (m/m) jej wartości.

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

5.6. Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

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

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Zamawiającego po wstępnych próbach.

W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki. Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją $\pm 1\%$. Przed ułożeniem mieszanki należy ustawić prowadnice i podłoże zwilżyć wodą.

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

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy.

5.7. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców statycznych.

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 z cementem lub spoiwem

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki nie mniejszego od 1,03 lub 1,0 odpowiedni dla wymaganej kategorii obciążenia ruchu oznaczonego zgodnie z PN-EN 13286-2:2007 a wtórny moduł odkształcenia na warstwie ulepszonej nie powinien być mniejszy niż 120 MPa.

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

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

5.8. 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 pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie obciążyć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obciążenia

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.

5.9. Pielęgnacja warstwy gruntu/ kruszywa stabilizowanego cementem

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową (asfaltem jeśli Zamawiający zezwoli) w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m²,
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Zamawiającego,
- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- 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,
- przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni (zalecane do 10 dni)

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

Nie należy dopuszczać ciężkiego ruchu pojazdów i maszyn po stabilizacji w okresie 7 dni po wykonaniu.

5.10. Utrzymanie wykonanej warstwy

Wzmocnienie po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Zamawiającego, gotową warstwę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania stabilizacji obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw w-wy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz.

Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia stabilizacji.

Warstwa stabilizowana spoiwami hydraulicznymi powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Zamawiającego.

6. Kontrola Jakości Robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”. O zakresie i rodzaju badań decyduje Zamawiający Budowy - poniżej podano zalecane badania wg normy PN-S-96012.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

W przypadku stabilizacji na miejscu, przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kwalifikacyjne tj sprawdzenie przydatności gruntu (określenie uziarnienia, granicy płynności, wskaźnik plastyczności, odczyn PH, zawartość części organicznych, zawartość siarczanów, wskaźnik piaskowy, wilgotność optymalna oraz gęstość objętościowa) oraz cementu (początek i koniec wiązania, stałość objętości, zawartość grudek, oznaczenie normowe wytrzymałości cementu w przypadkach podanych w PN-S-96012 pkt. 3.2.3.2).

Odkrywki lub wiercenia płytkie w gruncie powinny być wykonane w odstępach co najmniej co 250 m w prostych warunkach gruntowych; w warunkach złożonych lub skomplikowanych ilość badań winna być zwiększona, aby zlokalizować zmienność gruntów na trasie. Natomiast cement należy sprawdzić raz na etapie projektowania składu mieszanki i przy każdej zmianie materiału.

W przypadku mieszanki gotowej Wykonawca powinien przedstawić wyniki badań materiałów

z wytwórni.

W przypadkach wątpliwych Zamawiający lub jego nadzór może wykonać badania materiałów we własnym zakresie pod warunkiem że materiały zostaną udostępnione przez producenta (w takim przypadku badania powinny być zgodne z metodą badań producenta)

Niezależnie od rodzaju mieszanki i sposobu jej wykonania Wykonawca winien przedłożyć Zamawiającemu receptę na wykonanie mieszanki.

6.3. Badania w czasie robót i po zakończonych robotach

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania stabilizacji i po jej zakończeniu podano w tablicy poniżej.

Poniższe częstotliwości badań są badaniami normowymi stąd należy je zinterpolować stosownie do rzeczywistej ilości robót.

Tabela 4

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Tolerancja
Badania mieszanki w trakcie układania			
1	Wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność * 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem i wapnem 14 i 42-dniowa przy stabilizacji popiołami lotnymi	1 seria (6próbek) na dzienną działkę roboczą lub 1 seria (6 próbek) na 2000m ² .	Wg tabel podanych w niniejszej ST. W przypadku różnic wyników w stosunku do tabeli zaleca się wykonanie badania wytrzymałości na próbkach wyciętych z w-wy. Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych. 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.
2	Wskaźnik zagęszczenia mieszanki i wilgotność Grubość zagęszczonej warstwy	-2 razy na dzienną działkę roboczą lub 6000m ² warstwy - jw.	-wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić powyżej 1,03 (dla dróg KR3-KR6) i 1,0 (dla dróg K1-K2) (oznaczenie wskaźnika wykonać wg PN-EN 13286-2:2007). W przypadkach wątpliwych dopuszcza się oznaczenie wskaźnika odkształcenia (przy czym E2> 120MPa —dla warstw technologicznych dla dróg KR3-KR6; E2> 100MPa —dla warstw technologicznych dla dróg K1-K2; w przypadku wzmocnienia podłoża wg normy dot. robót ziemnych PN-S-02205) - wilgotność zagęszczanej mieszanki nie więcej niż ± 1% (m/m) w stosunku do optymalnej, ± 1cm. w stosunku do projektowanej (dopuszcza się pomiar niwelacyjny w odległości co najmniej 50 cm od krawędzi lub wycinkę próbki z w-wy)

3	Badania dodatkowe w przypadku mieszania na miejscu: - dokładność wymieszania gruntu i cementu - rozdrobnienie gruntu spoiwego - uziarnienie gruntu	ocena wizualna ciągła co najmniej 1 próbka (1kg) na działkę roboczą 2 razy na dzienną działkę roboczą lub 2000m ² warstwy	- badania wymienione w PN-S 96012
Badania gotowej warstwy			
4	Szerokość	10razy 1km	Mniej niż +10 cm, -5 cm w stos do projektowanych rzędnych Na jezdniach bez krawężników szerokość stabilizacji powinna być większym od szerokości w-wy leżącej wyżej.
5	Równość podłużna	co 20m łąłą 4metrową	Mniej niż 15 mm dla podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża.
6	Równość poprzeczna	10razy 0,5km	jw
7	Spadki poprzeczne *)	10razy 0,5km	±0,5 %. W stos. do projektowanej
8	Rzędne wysokościowe	co 50- 100m wg decyzji	Mniej niż + 1 cm, -2 cm.
9	Ukształtowanie osi w planie *)		Przesunięcie w stosunku do osi projektowanej mniej niż ±5 cm.
10	Jednolitość	Cała warstwa	

*) Badanie wytrzymałości na ściskanie podane w tabeli dotyczą badań mieszanek wykonanych wg norm PN.

W przypadku zastosowania mieszanek wg norm PN-EN wymienionych w tabeli 3c niniejszej specyfikacji, badania wytrzymałości (w niektórych przypadkach też CBR) w zależności od rodzaju spoiwa należy wykonywać po 28 dniach pielęgnacji, 42 dniach lub 90 dniach. Wskaźnik mrozoodporności również podlega badaniom w innym przedziale pielęgnacji próbek.

**) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami stabilizacji

6.4.1. Niewłaściwe cechy geometryczne stabilizacji

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej stabilizacji stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.3, 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 Zamawiającego.

Jeżeli szerokość w-wy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć podbudowę 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.

6.4.2. Niewłaściwa grubość stabilizacji

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę w-wy 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.

6.4.3. Niewłaściwa wytrzymałość stabilizacji

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

7. Przedmiar I Obmiar Robót

7.1. Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót

Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka przedmiarową i obmiarową jest 1m² wykonanej stabilizacji

W przypadku realizacji kontraktu ryczałtowego nie przewiduje się wykonywania obmiaru robót - pkt 7 nie obowiązuje.

8. Odbiór Robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

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

9. Podstawy Płatności

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności i rozliczenia robót podano w OST D-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Cena obejmuje wykonanie wszelkich prac związanych z wykonaniem zdania określonego w przedmiotowej specyfikacji w tym czynności ujęte w SST, dokumentacji projektowej oraz określonych wymogach formalno – prawnych

9.2. Zakres prac związany z wykonaniem 1m² ulepszonego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem(spoiwem)obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup i transport mieszanki z wytwórni na miejsce wbudowania, ew. transport materiałów i wykonanie na miejscu
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych, rozłożenie i zagęszczenie mieszanki, pielęgnacja wykonanej warstwy przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,

10. Przepisy Związane

10.1. Normy

PN-B-04481	Grunty Budowlane. Badania próbek gruntu
PN-S-96012	Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu
PN-EN 459-	Wapno budowlane-Część I:Definicje wymagania i kryteria zgodności
PN-EN 1008:2004	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN 13043:2004	Kruszywa do mieszanek bitumicznych powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
PN-EN 13242:2004	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
PN-EN1097-5:2001	Badania mechanicznych i fizycznych własności kruszyw-Część 5: Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

PN-EN- 922-8	Badania mechaniczne i fizyczne własności kruszyw. Badanie wskaźnika piaskowego
PN-EN 14227:x	Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Wymagania 1-Mieszanki związane cementem 2-Mieszanki żużłowe 3-Mieszanki związane popiołami lotnymi
PN-EN 132862:2007	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym- Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody-zagęszczanie metodą Proctora
PN-EN 1744-1:2000	Badania chemiczne właściwości kruszyw. Analiza chemiczna
PN-EN 197-1	Cement. Część I Skład, wymagania i ocena zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem
BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
BN-70/8931-05	Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika nośności gruntu jako podłoża nawierzchni podatnych

