

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D-04.05.01**

**Mieszanki związane  
warstwa ulepszanego podłoża**

**1. WSTĘP**

Ilekcioć w tekście będzie mowa o specyfikacji technicznej (ST) bądź o szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) bądź o ogólnej specyfikacji technicznej (OST) należy przez to rozumieć Specyfikację Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

**1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót wymienionych w pkt. 1.3 w ramach **zadania podanego w STWiORB D-00.00.00 „Wymagania ogólne” w pkt 1.**

**1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa specyfikacja techniczna stanowi część dokumentacji projektowej robót wymienionych w punkcie 1.1.

**1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża poprzez zastosowanie gotowej mieszanki związanej spoiwem dostarczonej na pac budowy z wytwórni. Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach powinna być nie mniejsza niż wartości podane w dokumentacji tj.  $C_{1,5/2,0} \leq 4,0 \text{ MPa}$ .

Generalnie najczęściej stosowanym spoiwem jest cement. Można również zastosować gotowe mieszanki mineralno- spoiwowe lub zastosować do stabilizacji podłoża na miejscu inne spoiwa hydrauliczne niż cement, przy czym muszą być zachowane bezwzględnie parametry wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności gotowej warstwy.

Wykonawca powinien dostarczyć następujące dane i dokumenty w zależności od zastosowanego materiału lub sposobu stabilizacji:

- adres i nazwę wytwórni w przypadku zastosowania mieszanek gotowych,
- aprobatę techniczną i deklarację właściwości użytkowych,
- badania laboratoryjne potwierdzające przydatność materiału do stabilizacji lub gotowej mieszanki (z przywołaniem norm wg których wykonano badania, tolerancje wg danej normy, uwagi i zastrzeżenia laboratorium lub producenta,)
- skład ilościowy i materiałowy mieszanek gotowych –dane nieobjęte tajemnicą handlową,
- karty informacyjne, instrukcje i inne przekazane przez producenta – dotyczy np. środków jonowymiennych, kruszy sztucznych itd.
- zalecenia technologiczne, sposoby aplikacji ewentualnie informacje uzupełniające ST.

W razie wątpliwości co do zastosowanej mieszanki lub spoiwa lub w przypadku gdy mieszanka lub spoiwo stanowi nowy produkt, wówczas Wykonawca powinien potwierdzić przydatności spoiwa do wykonania wzmocnienia podłoża (dowolnie):

- poprzez przedstawienie referencji od zarządów dróg na których zastosowano dane spoiwo lub mieszankę,
- poprzez przedstawienie badań potwierdzających poprawne działanie na poprzednich budowach z uwzględnieniem geotechniki tamtejszych budow,
- wykonanie poletka próbnego na szerokości jezdni i o długości nie mniejszej niż 10 m, wykonanie odpowiednich badań.

Ze względu na duży asortyment materiałów stosowanych do ulepszenia podłoża, należy pamiętać że każdy materiał podlega innym wymaganiom normowym.

**Uwaga. Nie dopuszcza się zastosowania norm jednocześnie do gruntów stabilizowanych hydraulicznie i stabilizacji z mieszanek gotowych, ponieważ wyniki jak i metody badań wg powyższych norm są nieporównywalne. Gotowe mieszanki mogą dodatkowo zostać przebadane wg kryteriów norm dotyczących stabilizacji gruntu.**

Poniżej podano normy wg których można korzystać z uwzględnieniem uwagi powyżej:

Tabela 1

<i>Sposób ulepszenia podłoża</i>	<i>Dotyczy głównych składników</i>	<i>Dotyczy mieszanki</i>
Grunt stabilizowany cementem	PN-EN 197-1 – cement PN-S-96012, PN-B-04481- grunt	PN-S-96012- grunt stabilizowany cementem
Wstępne ulepszenie wapnem	PN-S-96011- wapno, grunt	PN-S-96011- grunt ulepszany wapnem
Mieszanki stabilizowane spoiwem cementem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 197-1 – cement	PN-EN 14227-1 (mieszanka z cementem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane spoiwem żużlem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 14227-2- żużel	PN-EN 14227-2 (mieszanka z żużlem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane popiołem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 450 – popiół lotny do betonu PN-S 96035- popiół PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 14227-3-popiół aprobata	PN-S-06103- beton popiołowy PN-EN 14227-3 (mieszanka z popiołem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane spoiwem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo spoiwa hydrauliczne- aprobaty	PN-EN 14227-5+WT 5 (mieszanka ze spoiwem)

#### 1.4. 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** –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 żużlem** – mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, jednego lub więcej rodzaju żużla i wody, twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej lub/i karbonizacji. Twardnienie może być przyspieszone przez dodanie aktywatora. Żużel może być wielkopiecowy ( kruszywo składające się z skrzystalizowanych krzemianów i glinokrzemianów wapnia lub magnezu) lub stalowniczy ( kruszywo składające się z skrzystalizowanych krzemianów wapnia i ferrytu zawierającego tlenek wapnia, dwutlenek siarki, tlenek magnezu i tlenek żelaza)

**Mieszanka związana popiołem lotnym** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i popiołu (powstałego ze spalania pyłu węglowego lub lignitu w elektrowniach) wapiennego lub krzemionkowego i wody, wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

**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** – w-wa 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 (dodatku): wapno, popioły, żużel wielkopiecowy 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 ( $R_{28}^{ZO}$ ) 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 ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

#### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

### 2. MATERIAŁY

#### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 2.

Niezależnie od zastosowanej metody stabilizacji tj. „in situ” lub z gotowej mieszanki dowiezionej, Wykonawca musi przedłożyć Inżynierowi do zatwierdzenia receptę. Na materiały składowe lub spoiwa należy przedłożyć deklaracje właściwości użytkowych a w razie wątpliwości aprobaty lub/i dokumenty potwierdzające przeprowadzenie badań wraz z wynikami oraz dopuszczalnymi

wartościami oraz opinię laboratorium dotyczącą potwierdzenia przydatności materiału do wbudowania do warstw ulepszonego podłoża lub innej warstwy.

## 2.2. Spoiwa

### 2.2.1 Cement

Należy stosować cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5. wg PN-EN 197-1.

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	16/-
	- cement hutniczy	16/-
	- cement portlandzki z dodatkami	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.	70/60
	- koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	12
4	Stożność 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 tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

### 2.2.2 Wapno

Wapno powinno spełniać wymagania normy PN-EN 459-1. Do stabilizacji gruntu „in situ” można zastosować wapno CL90-Q lub CL80-Q o reaktywność R5 i rozkładzie wielkości ziaren P1 lub P2. Natomiast jako dodatek do gotowych mieszanek można wykorzystać wapno palone o niższej reaktywności niż podano wyżej lub wapno hydratyzowane CL 70-90, pod warunkiem że będzie zgodne normą PN-EN 459-1.

### 2.2.3 Popiół

W zależności od zastosowanej normy popiół powinien spełniać wymagania PN-S-96035 ( w przypadku zastosowania popiołów o uziarnieniu poniżej 0/0,25mm), PN-EN 14227-4 lub posiadać aprobatę techniczną.

W mieszankach gotowych popiół powinien spełniać wymagania PN-S-06103 lub PN-EN 14227-3 ( jako dokument pomocniczy może posłużyć WT-5 2010).

### 2.2.4 Żużel

Do stabilizacji można użyć również żużel granulowany, częściowo mielony żużel granulowany lub granulowany mielony (wg PN-EN 14227-2 oraz WT-5 jako dokument pomocniczy albo aprobatę techniczną).

### 2.2.5 Spoiwa Hydrauliczne

Hydrauliczne spoiwa drogowe inne niż podano wyżej powinny spełniać wymagania aprobaty technicznej, natomiast mieszanki gruntu/kruszywa z tymi spoiwami powinny spełniać wymagania PN-EN 14227-5. Spoiwa hydrauliczne dodawane do gruntu lub kruszywa mogą być w postaci stałej (są to najczęściej mieszanki cementu, dodatkowych pucolanowych, wapna, dodatków regulujących wiązanie, związki glinu) lub w postaci płynnej

## 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.

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

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badania według
1	Uziarnienie <ul style="list-style-type: none"> <li>ziarn przechodzących przez sito # 50 mm, % (m/m),</li> <li>ziarn przechodzących przez sito # 25 mm, % (m/m),</li> <li>ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m),</li> <li>ziarn przechodzących przez sito # 0,25 mm, % (m/m),</li> <li>ziarn przechodzących przez sito # 0,25 mm, % (m/m),</li> <li>cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej</li> </ul>	100 85-100 50-100 10-100 0-100 20	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	Metoda kolorymetryczna (dowolna) lub elektrometryczna
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 <sub>3</sub> , % (m/m), nie więcej niż:	1	PN-EN 1744-1 lub PN-B-06714-28

Dodatkowym kryterium oceny przydatności gruntów do stabilizacji cementem jest wskaźnik piaskowy. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy gruntach o wskaźniku piaskowym  $20 \leq WP \leq 50$  oraz zawartości frakcji < 0,075 mm (lub 0,063) do 15 %, a także zawartości ziarn > 2 mm co najmniej 30 %.

#### Uwaga Powyższe kryterium należy traktować pomocniczo

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji spoiwami są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego. Mrozopodporność należy określić przy stabilizacji gruntów średnio i bardzo spoistych oraz tych których:

- zawartość części organicznych przekracza 2%,
- grunty wykazują  $pH \leq 5$ ,
- do gruntu dodano popiół lub zastosowano inny materiał mający wpływ na mrozopodporność.

Grunty mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem (palone niegaszone - do gruntów b.spoistych lub b. wilgotnych; sucho gaszone czyli hydratyzowane- do gruntów średnio spoistych) popiołami lotnymi, przy czym do wstępnej stabilizacji wapnem nadają się grunty podane PN-S-96011 (wyciąg z tej normy przedstawiono poniżej).

Górna warstwa ulepszonego podłoża do 1m poniżej niwelety drogi powinna mieć wytrzymałość na ściskanie (próbki nasączone wodą) po 7 dniach –powyżej 0,30 MPa, po 28 dniach powyżej 0,4 MPa. Szacuje się że wskaźnik nośności CBR podłoża powinien być wyższy od 25% przy pęcznieniu w cylindrze mniejszym niż 1%.

Tabela 2b. Zalecane wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji wapnem wg PN-S-96011

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badania według
1	Wskaźnik plastyczności gruntu	$\geq 7$	PN-B-04481
2	Zawartość części organicznych, % (m/m), nie więcej niż:	10%	PN-B-04481
3	Zawartość frakcji kamienistej powyżej 40 mm, mniej niż	15%	jw
4	Wskaźnik piaskowy	$WP < 30$	Analogia do kruszyw PN-EN 933- 8 (SE4) lub BN64/8931-01 "Drogi samochodowe.
5	Grunt nadmiernie wilgotny spoisty, zawierający minerały ilowe wchodzące w reakcje z wapnem oraz popiołów lotnych pochodzących ze spalania węgla kamiennego. Orientacyjny dodatek wapna do wstępnego ulepszenia gruntu przeznaczonego do dalszej stabilizacji: 2-4 % ; do górnej w-wy ulepszonego podłoża 3-7 % w stosunku do masy suchego gruntu		

#### 2.4 Mieszanki na bazie kruszyw naturalnych i sztucznych.

Do mieszanek cementowo – kruszywowych można użyć kruszyw spełniających wymagania PN-EN 13242:

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

Dodatkowo kruszywa w zależności od zastosowanych norm powinny spełniać wymagania WT-5 2010 i PN-EN 14277-1.

Jeżeli Inżynier wyrazi zgodę na zastosowanie kruszyw (gruntów) antropologicznych do mieszanek stabilizacyjnych spełniających wymagania wytrzymałościowe podane w dokumentacji, producent powinien podać skład mieszanki, badania i aprobatę techniczną a jeżeli tak nie jest wymagana to przekazać na piśmie informację na jakiej podstawie nie ma potrzeby jej przedstawiać.

#### 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

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 bądź w gotowych mieszankach kruszywowo-spoiwowych, można stosować dodatki ulepszające i aktywujące: wapno, popiół, chlorek wapniowy.

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, geowłóknina zraszana wodą, piasek bez zanieczyszczeń, woda.

## 3. TRANSPORT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 4.

### 3.2. Transport materiałów

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

Materiały do stabilizacji „in situ” należy przewozić zgodnie z zaleceniami producenta a w przypadku braku takich wytycznych to analogicznie jak gotową mieszanke.

## 4. SPRZĘT

Ogólne zasady wyk. robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 4.

W przypadku ulepszenia podłoża na miejscu należy zastosować:

- mieszarek wielofunkcyjnych lub zestawu maszyn do stabilizacji (stabilizatory, rozsypywarki z osłonami przeciwpylnymi itd)
- spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
- szablónów do wyprofilowania warstwy,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

W przypadku dowozu gotowej mieszanki z wytwórni na ulepszone podłoże lub podbudowę pomocniczą należy zastosować:

- układarki lub równiarki do rozłożenia mieszanki
- walce ogumione średnie lub ciężkie o regulowanym ciśnieniu w oponach
- walce gładkie stalowe wibracyjne
- płyty wibracyjne lub małe walce do zagęszczenia miejsc trudnodostępnych lub o małej powierzchni.

Wybór urządzeń do zagęszczenia pozostawia się Wykonawcy w zależności od jego możliwości, warunków terenowych, szerokości zagęszczanej warstwy podbudowy i ulepszonego podłoża.

Sprzęt mechaniczny musi być sprawny a jego wydajność tak dobrana aby zachować czas wbudowania, wymagania jakościowe dla mieszanki i odpowiednie zagęszczenie/nośność/wytrzymałość gotowej warstwy.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wyk. robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 5.

### 5.2. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa nie może być wykonywana (ułożona) wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas obfitych opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać stabilizacji, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5°C w czasie najbliższych 7 dni. W przypadku mieszanek gotowych warunki ułożenia mieszanki uściśla producent.

### 5.3. Przygotowanie podłoża

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

### 5.4. Skład mieszanki

Zawartość cementu w mieszance, w stosunku do suchego gruntu lub kruszywa nie powinna przekraczać 8%.

Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w ST przy jak najmniejszej zawartości cementu (ilości orientacyjne: przy maksymalnym wymiarze ziarna 2mm – min. ilość cementu wynosi 5%; natomiast przy ziarnach 2-8mm, 4% cementu).

#### 5.4.1 Mieszanka cementowo-gruntowa

Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji odpowiednie deklaracje dot. cementu i ewentualnych dodatków.

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca dostarczy Inżynierowi projekt składu mieszanki

Projekt składu powinien obejmować:

- wyniki badań gruntu z odniesieniem do ST,
- wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności
- zawartości cementu i dodatków
- zawartość wody odpowiadająca wilgotności optymalnej mieszanki
- opis sposobu zagęszczenia i maksymalna gęstość objętościową mieszanki przy wilgotności optymalnej

#### 5.4.2 Mieszanka gotowa

Wykonawca dostarczy deklarację właściwości użytkowych, aprobatę techniczną, informacje wymienione w pkt 1.3.

### 5.5. Metody wykonania stabilizacji

#### 5.5.1 Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek wieloprzejęciowych lub jednoprzejęciowych albo maszyn rolniczych.

Należy sprawdzić wilgotność gruntu i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia.

~~Kruszywo/grunt powinno być tak rozdrobnione żeby co najmniej 80% przechodziło przez sito  $\phi = 4.0$  mm~~

Stopień rozdrobnienia gruntu spoistego po wymieszaniu ze spoiwem oznaczony wg PN-EN 13286-48- kat. P<sub>60</sub>

Wraz z wodą można dodawać do gruntu dodatki ulepszające rozpuszczalne w wodzie, np. chlorek wapniowy.

Do gruntu przed dodaniem cementu 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 tejże receptce.

Cement należy dodawać do gruntu w ilości ustalonej w receptce laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób proponowany przez Wykonawcę. Czas od momentu rozłożenia cementu do momentu zakończenia mieszania powinien być nie dłuższy niż ~~1h~~ 2h

Grunt powinien być wymieszany z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu.

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 +/-10% (m/m) jej wartości.

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

#### 5.5.2 Stabilizacja gotową mieszanką lub ułożenie podbudowy pomocniczej z mieszanki gotowej

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek, równiarek koparek z szeroką łyżką lub innym sprzętem dysponowanym przez Wykonawcę a w miejscach o małym zakresie lub niedostępnym – rozłożyć ręcznie.

Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu. W przypadku stosowania prowadnic przed rozłożeniem mieszanki należy je zwilżyć.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków oraz równości podłużnej i poprzecznej.

### 5.6 Wytrzymałość próbek i gotowych warstw

Zawartość wody w mieszance powinna być ustalona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora lub/i doświadczalnie (określenie zawartości wody wg PN-EN 13286-2).

Wytrzymałość na ściskanie warstwy ulepszonej spoiwem po 7 dniach pielęgnacji powinna wynosić co najmniej 60% wytrzymałości gwarantowanej.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki stabilizowanej cementem lub wapnem powinna być oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji, na próbkach przygotowanych wg PN-EN 13286-50. W przypadku innych mieszanek (żużlowych, popiołowych, spoiwowych) wytrzymałość na ściskanie nośność, mrozoodporność należy określić wg WT-5.

Mrozoodporność należy określić przy wykonaniu warstwy ulepszonego podłoża na miejscu tj. stabilizacji gruntów średnio i bardzo spoistych oraz tych których:

- zawartość części organicznych przekracza 2%,
- grunty wykazują  $pH \leq 5$ ,
- do gruntu dodano popiół lub zastosowano inny materiał mający wpływ na mrozoodporność.

przy czym dotyczy to WUP, których wytrzymałość wynosi od 1,5 do 2,5 MPa i niżej.

W przypadku gotowych mieszanek mrozoodporność należy badać dla podbudów. W przypadku warstw ulepszonego podłoża badanie należy wykonać jeżeli Inżynier ma wątpliwości co do jakości mieszanki. Wskaźnik nie powinien być niższy niż 0,60.

### 5.7. Zagęszczanie

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.

Wszelkie manewry należy prowadzić płynnie, między innymi rozpoczęcie przejazdu i zakończenie.

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.

*Operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej powinny zakończyć się przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki a w przypadku mieszania „in situ”, licząc od momentu rozpoczęcia mieszania gruntu z cementem lub innym spoiwem.*

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

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, muszą być naprawione.

Bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania warstwy z mieszanki należy w ułożonej warstwie

wykonać otwory, każdy o objętości co najmniej 1 l. Wybraną z każdego otworu mieszankę należy zważyć, oznaczyć wilgotność próbki, a objętość otworu pomierzyć piaskiem kalibrowanym, lub inną sprawdzoną metodą oraz obliczyć gęstość objętościową zagęszczonej mieszanki w warstwie. Gęstość tą należy porównać do referencyjnych próbek oznaczonych w laboratorium (metoda Proctora wg PN-EN 13266-2). W przypadku gdy określenie zagęszczenia nie będzie możliwe lub trudne do wykonania, ocenę jakości warstwy stabilizowanej należy ocenić na podstawie badań wytrzymałości na ściskanie.

### 5.8. Spoiny robocze

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

Jeśli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie 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.

Nie ma potrzeby stosowania szczelin w warstwie ulepszonego podłoża C1,5/2 lub niżej.

### 5.9. Pielęgnacja warstwy

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę,
- 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 warstwę piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni
- inne wg propozycji Wykonawcy.

Nie należy dopuszczać ciężkiego ruchu pojazdów i maszyn po stabilizacji, chyba że producent w przypadku gotowych mieszanek i Inżynier budowy zadecydują inaczej. W takim przypadku należy określić warunki korzystania z podłoża.

### 5.10. Odcinek próbny

Nie przewiduje się wykonania odcinka próbnego, chyba że mieszanka jest stosowana przez Wykonawcę po raz pierwszy, mieszanie wykonane jest na miejscu lub wykonawca chce sprawdzić ilość przejść maszyny do uzyskania właściwego zagęszczenia (długość odcinka podano w pkt. 1.3).

### 5.11. Utrzymanie wykonanej w-wy

Wzmocnienie po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie.

Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, gotową w-wę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. 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 powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 6.

### 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 do wykonania stabilizacji.

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)

### 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
<b>Badania mieszanki w trakcie układania</b>			
1	Wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność	1 seria ( 2 próbki) na dzienną działkę roboczą lub 1 seria (2 próbki) na 6000m <sup>2</sup> .	Zgodność z dokumentacją projektową i normą PN lub PN-EN w zależności od rodzaju zastosowanej mieszanki zgodnie z punktem 1.3 i wskazaniem przez Wykonawcę wg której normy będzie przygotowana mieszanka. Wyniki badań należy porównać z receptą lub dokumentem dostawy.
2	Grubość zagęszczonej warstwy	-jw.	- $\pm 1$ cm. w stosunku do projektowanej (dopuszcza się pomiar niwelacyjny w odległości co najmniej 50 cm od krawędzi lub wycinkę próbki z w-wy)
3	Wskaźnik zagęszczenia mieszanki i wilgotność	2 razy na dzienną działkę roboczą lub 6000m <sup>2</sup> warstwy	- wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić co najmniej 1,0. (oznaczenie wskaźnika wykonać wg PN-EN 13286-2)- w przypadku trudności w wykonaniu – określić wytrzymałość na ściskanie. - wilgotność zagęszczonej mieszanki nie więcej niż $\pm 1\%$ (m/m) w stosunku do optymalnej
4	Badania dodatkowe w przypadku mieszania na miejscu: -dokładność wymieszania gruntu i cementu -rozdrobnienie gruntu spoistego - uziarnienie gruntu	- ocena wizualna ciągła - co najmniej 1 próbka (1kg) na działkę roboczą - 2 razy na dzienną działkę roboczą lub 6000m <sup>2</sup> warstwy	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). 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 ulepszonego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.
<b>Badania gotowej warstwy</b>			
5	Szerokość	10 razy na 1 km	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 .
6	Równość podłużna	co 20 m łatką lub w sposób ciągły plano - grafem na każdym pasie	Mniej niż 15 mm
7	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km	jw
8	Spadki poprzeczne*)	10 razy na 1 km	$\pm 0,5\%$ w stos. do projektowanej
9	Rzędne wysokościowe	co 25m	Mniej niż + 1 cm, -2 cm.
10	Ukształtowanie osi w planie*)	co 100m	Przesunięcie w stosunku do osi projektowanej mniej niż $\pm 5$ cm.

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

### 6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami wzmocnienia

#### 6.4.1. Niewłaściwa wytrzymałość stabilizacji

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w niniejszej specyfikacji dla poszczególnych rodzajów podbudów, to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową.

**7. OBMIAR ROBÓT****7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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

Jednostką przedmiarową jest 1m<sup>2</sup> powierzchni ulepszonego podłoża

Obmiaru dokonuje się w m<sup>2</sup> przyjmując długość odcinka po osi, szerokość po prostej prostopadłej do osi drogi z uwzględnieniem poszerzeń na łukach i na skrzyżowaniach.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

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

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

**9. PODSTAWA PŁATNOŚCI****8.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności i rozliczenia robót podano w ST D-00.00.00.

„Wymagania ogólne” pkt 9.

Ułożenie m<sup>2</sup> mieszanki związanej obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zapewnienie projektu składu mieszanki
- zakup i transport mieszanki z wytwórni na miejsce wbudowania lub odspojenie i mieszanie na miejscu,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie przewodnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- wykonanie spoin/szczelin,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,

**9. PRZEPISY ZWIĄZANE****Normy**

PN-B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
PN-EN 197-1	Cement. Część1 Skład, wymagania i ocena zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
PN-EN 459-1	Wapno budowlane - Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodność
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN13043	Kruszywa do mieszanek bitumicznych powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
PN-EN13242	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 14227:x	Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym Wymagania Mieszanki związane cementem Mieszanki żużłowe Mieszanki związane popiołami lotnymi Mieszanki związane spoiwem drogowym
PN-EN 1097-5	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
PN-EN 933-8	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Badanie wskaźnika piaskowego.
PN-EN 13286-2	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody-zagęszczanie metodą Proctora.
PN-EN 1744-1	Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
PN-S-96012	Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntu
PN-S-06103	Drogi samochodowe. Podbudowa z betonu popiołowego
PN-S-96035	Drogi samochodowe. Popioły lotne. Wymagania i badania.
PN-B-06714-12	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych
PN-B-06714-28	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
PN-EN 13286-48	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 48: Metoda badawcza określenia stopnia rozdrobnienia.