

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D-04.05.01

**Ulepszone podłoże z mieszanki związanej
cementem lub innym spoiwem hydraulicznym**

1. WSTĘP

Ilekoć 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 ST

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

Nazwa nadana zamówieniu przez Zamawiającego:

**„PRZEBUDOWA DRÓG PUBLICZNYCH W GRODKOWIE –UL. SIENKIEWICZA,
UL. MORCINKA, UL. GRENADIERÓW, UL. KOSYNIERÓW, UL. RACŁAWICKA,
UL. KOŚCIUSZKI WRAZ Z BUDOWĄ RONDA W CIĄGU UL. SIENKIEWICZA”**

1.2. Zakres stosowania ST

Szczegółowa specyfikacja techniczna stanowi część dokumentacji projektowej robót wymienionych w punkcie 1.1 i może być zastosowana jako dokument przetargowy lub dokument umowy.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy stabilizacji z:

- mieszanki gotowej o $R_c = 2,5$ MPa tj. stabilizacji przywożona z węzła Wytwórni Mieszanek, przy czym stabilizowanie mieszanką będzie w obszarze wskazanym w dokumentacji projektowej – założono że mieszanka będzie spełniała warunki normy PN-S-96012:1997 lub przez analogię PN-S-96103:1997 (dot. mieszanek popiołowych).

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

Ze względu na to że na dzień dzisiejszy obowiązują normy **PN-S-96012:1997, PN-S-96013:1997 (w przypadku zastosowania popiołów)** oraz pakiet norm **PN-EN 14227-x**, Zamawiający lub Inżynier może zdecydować o zastosowaniu:

- gruntu stabilizowanego cementem, popiołem lub innym spoiwem hydraulicznym na miejscu (uwaga powyżej),
- mieszanki gotowej 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,
- laboratorium kontrolne Zamawiającego/ Inżyniera jest wyposażone w odpowiedni sprzęt do badań przeprowadzanych wg jednej z w/w norm ,
- czynnik ekonomiczny (lokalizacja wytwórni, transport),
- ochrona środowiska (np. wykorzystanie materiałów odpadowych popiołowo-żużlowych),

Dla ułatwienia w niniejsze ST zawarto wymagania norm PN-S-96012:1997 i PN-EN 14227-x. Nie dopuszcza się zastosowania obu norm jednocześnie do gruntów stabilizowanych hydraulicznie lub stabilizacji z mieszanek gotowych, ponieważ wyniki jak i metody badań wg powyższych norm są nieporównywalne.

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 (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 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 wielkopieczowy (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 ulepszanego 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: wapno, popioły, 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.

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 | 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 | 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 Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

2.2.2 Wapno

Wapno powinno spełniać wymagania normy PN-EN 459-1:2003

2.2.3 Popiół

W zależności od zastosowanej normy popiół powinien spełniać wymagania PN-S-96035:1997 lub PN-EN 14227-4:2007. W mieszankach gotowych popiół powinien spełniać wymagania PN-S-06103 lub PN-EN 14227-3:2007 (jako dokument pomocniczy może posłużyć WT-5 2010).

Wg normy PN-EN popioły powinny posiadać następujące cechy:

| Krzemionkowe popioły lotne | Wapienne popioły lotne |
|---|---|
| Uziarnienie (PN-EN 451-2): Sito 90 μm $\geq 70\%$ przesianej masy Sito 45 μm $\geq 40\%$ przesianej masy | Uziarnienie (EN 196-6): Sito 315 μm $\geq 95\%$ przesianej masy Sito 90 μm $\geq 70\%$ przesianej masy |
| Strata przy prażeniu (PN-EN 196-2) - mniej niż 10% | Nie dotyczy |
| Zawartość trójtlenku siarki SO_3 (PN-EN 196-2)-mniej niż 4% | Zawartość trójtlenku siarki SO_3 (PN-EN 196-2)-mniej niż 4% |
| Zawartość wolnego tlenku wapnia (PN-EN 451-1)- przy ilości $>1\%$ rozszerzalność nie powinna przekraczać 10mm w mieszance popiołu i cementu o proporcjach 30:70 | Zawartość reaktywnego tlenku wapnia (EN 197-1)- $>5\%$,rozszerzalność nie powinna przekraczać 10mm w mieszance popiołu i cementu o proporcjach 30:70 |
| Zawartość wody w suchych popiołach nie powinna przekraczać 1,0% m/m | Zawartość wody w suchych popiołach nie powinna przekraczać 1,0% m/m |

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). Powyższe żużle powinny mieć w składzie następujące składniki, w stosunku do masy całkowitej suchego żużla:

- SiO_2 od 27% do 41%
- Al_2O_3 od 7% do 20 %
- CaO od 30 % do 50%
- MgO $<20\%$

Aktywność żużli uzależniona jest od poniższych parametrów:

| Rodzaj żużla | Iloczyn C.A (zawartość CaO $\times \text{Al}_2\text{O}_3$)- kategoria | Kruchość żużla - Współczynnik α (PN-EN 13286-44) | Zawartość ziarn mniejszych od 0,063 mm (% m/m) (PN-EN 933-1) | Stopień przemiału określany metodą powierzchni właściwej wg Blaine'a m^2/kg (PN-EN 196-6) |
|---------------------------------|---|---|--|---|
| Granulowany | >550 – kategoria CA1 od 425 do 550 – kat. CA2 <425 – kat. CA3 | <20 – kategoria $\alpha 1$ od 20 do 40 – kat. $\alpha 2$ od 40 do 60 – kat. $\alpha 3$ >60 - kat. $\alpha 4$ | Nie dotyczy | Nie dotyczy |
| Granulowany – częściowo mielony | Jak wyżej | Jak wyżej | 1 do $<5\%$ - kat. PG1 ≤ 5 do $<8\%$ - kat. PG2 ≥ 8 do $<14\%$ – kat. PG 3 $\geq 14\%$ - kat. PG4 | Jak wyżej |
| Granulowany – | Jak wyżej | Nie dotyczy | Nie dotyczy | $<150 \text{ m}^2/\text{kg}$ - |

| | | | | |
|---------|--|--|--|---|
| mielony | | | | kat. GG1 ≥150 do < 300- kat. GG2 ≥300 do <400- kat. GG3 ≥400 - kat GG4 |
|---------|--|--|--|---|

2.2.4 Spoiwa Hydrauliczne

Hydrauliczne spoiwa drogowe powinny spełniać wymagania aprobaty technicznej, natomiast mieszanki powinny spełniać wymagania 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.

Tablica 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 tablicy 2, 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 grunty stabilizowane wapnem powinny mieć następujące cechy:

Tablica 2a. Zalecane wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji wapnem wg PN-S-96011

| Lp. | Właściwości | Wymagania | Badania według |
|-----|--|-----------|---|
| 1 | Wskaźnik plastyczności gruntu | ≥ 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 lub BN-64/8931-01 |
| 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 ulepszanego podłoża 3-7 % w stosunku do masy suchego gruntu | | |

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

Tablica 3 Wymagania dla gruntów stabilizowanych cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszanego podłoża

| Lp. | Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej | Wytrzymałość na ścislenie 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 spoistych oraz gruntów z zawartością części organicznych powyżej 2%, albo gruntów kwaśnych o pH ≤ 5 lub przy dodaniu popiołów lotnych w ilości większej niż cementu.

Natomiast wytrzymałość gruntu stabilizowanego wstępnie wapnem powinna spełniać wymagania wg PN-S-96011.

Tablica 3a Wymagania dla gruntów stabilizowanych wapnem:

| Lp. | Właściwości gruntów stabilizowanych wapnem | Górna warstwa ulepszanego podłoża (do 1m poniżej niwelety drogi) | Wstępne ulepszenie podłoża lub na dolne w-wy ulepszanego podłoża poniżej 1 m od niwelety drogi |
|---|--|--|--|
| 1 | Zmiana granic konsystencji Ly i Lp, zwiększenie (%) | ≥30 | ≥30 |
| 2 | Odczyn pH po ulepszeniu gruntu wapnem (pH) | ≥7 | ≥7 |
| 3 | Odporność na odmrażanie i zamrażanie | ≥3 cykle | - |
| 4 | Wytrzymałość na ścislenie próbek nasyconych wodą (MPa)* - po 7 dniach - po 28 dniach | ≥0,30 ≥0,40 | ≥0,20 - |
| 5 | Wskaźnik nośności (CBR) w %* | ≥25 | ≥15 |
| 6 | Pęcznienie w cylindrze (CBR) w % | ≤1,0 | ≤2,0 |
| | Wskaźnik piaskowy po rozkruszeniu i przesianiu przez sito 2mm i kapilarność bierna Kb | WP>35 Kb≤1,0m | |
| *w zależności od sprzętu wykonuje się badanie wytrzymałości na ścislenie lub wskaźnika nośności CBR | | | |

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.

Wymagania dla mieszanek wg norm PN

| Lp | Właściwości | Wymagania dla stabilizacji z kruszyw naturalnych | Wymagania dla stabilizacji kruszyw sztucznych | Badania wg |
|----|---|--|--|------------------------------|
| 1 | Uziarnienie a) ziaren pozostających na sicie # 2 mm, %, nie mniej niż: b) 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 PN-B-04481) |
| 2 | Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż: | wzorcowa | Nie dotyczy | PN-B-04481 |
| 3 | Zawartość zanieczyszczeń | 0,5 | Nie dotyczy | PN-EN 1744-1 |

| | | | | |
|---|---|-------------|------|----------------------------------|
| | obcych, %, nie więcej niż: | | | (lub PN-B-04481) |
| 4 | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , %, poniżej: | 1,0 | 3,0 | PN-EN 1744-1 (lub PN-B-06714-28) |
| 5 | Zawartość niespalonego węgla, %, nie większa niż: (straty prażenia) | Nie dotyczy | 10,0 | PN-EN 1744-1 |

Wymagania dla mieszanek wg norm PN-EN i WT-5.

Tablica 3

| Lp | Wyszczególnienie właściwości | Wymagania wobec kruszyw i mieszanek dla ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej dla KR1-KR6 | | | | |
|----------|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Mieszanki związane cementem | Mieszanki związane popiołem | Mieszanki związane żużłem | Mieszanki związane spoiwem drogowym | Badania Kruszywa/od niesienie |
| KRUSZYWA | | | | | | |
| 1 | Frakcje/ zestaw sit # | 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1) | | | | PN-EN 13242 |
| 2 | Zawartość pyłów w kruszywie drobnym i grubym | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | PN-EN 933-1:2000 |
| | Jakość pyłów | Brak wymagań | Brak wymagań | Brak wymagań | Brak wymagań | - |
| 3 | Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż | G_c 80/20, G_F 80 GA_{75} | G_c 80/20, G_F 80 GA_{75} | G_c 80/20, G_F 80 GA_{75} | G_c 80/20, G_F 80 GA_{75} | PN-EN 933-1:2000 |
| 4 | Kształt kruszywa grubego maksymalne wartości wskaźnika płaskości | $Fl_{\text{deklarowana}}$ | $Fl_{\text{deklarowana}}$ | $Fl_{\text{deklarowana}}$ | $Fl_{\text{deklarowana}}$ | PN-EN 933-4:2001 (kruszywo grube) |
| 5 | Zawartość ziarn nieforemnych (wskaźnik kształtu) nie więcej niż | $Sl_{\text{deklarowana}}$ | $Sl_{\text{deklarowana}}$ | $Sl_{\text{deklarowana}}$ | $Sl_{\text{deklarowana}}$ | PN-EN 933-4:2001 (kruszywo grube) |
| 6 | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich | GT_cNR | GT_cNR | GT_cNR | GT_cNR | PN-EN 933-1:2000 |
| 7 | Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu | GT_FNR GT_ANR | GT_FNR GT_ANR | GT_FNR GT_ANR | GT_FNR GT_ANR | 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 | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | PN-EN 1744-1:1998 |

| | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|-------------------------------------|
| | <i>kawałkowym</i> | | | | | |
| 11 | Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | PN-EN 1744-1:1998 |
| 12 | Stołość objętości żużla stalowniczego | V ₅ | V ₅ | V ₅ | V ₅ | PN-EN 1744-1:1998 |
| 13 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, %(m/m), nie więcej niż | 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 |
| | Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym | C _{NR} | C _{NR} | C _{NR} | C _{NR} | PN-EN 933-5 |
| | 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 wielkopieczowy- A _S 1,0 | Kruszywo kam -A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopieczowy- A _S 1,0 | Kruszywo kam -A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopieczowy- A _S 1,0 | Kruszywo kam -A _S 0,2 Żużel kawałkowy wielkopieczowy- A _S 1,0 | PN-EN 17441-1:2000 |
| | Całkowita zawartość siarki | Kruszywo kam -S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopieczowy- S _{2,0} | Kruszywo kam -S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopieczowy- S _{2,0} | Kruszywo kam -S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopieczowy- S _{2,0} | Kruszywo kam -S _{NR} Żużel kawałkowy wielkopieczowy- S _{2,0} | PN-EN 17441-1:2000 |
| | Gęstość | deklarowana | deklarowana | deklarowana | deklarowana | PN-EN 1097- |

| | | | | | | |
|----------------------|---|--|--|---|--------------------------------------|--|
| | | | | | | 6:2001(rozdzi a1 7,8 lub 9) |
| | Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanki | deklarowana | | Skład wg pkt 2.2.3 | Skład wg pkt 2.2.3 | |
| | Skład mineralogiczny | deklarowany | | | | |
| | Istotne cechy środowiskowe | **** | **** | **** | **** | |
| MIESZANKA Z CEMENTEM | | | | | | |
| | 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 | | | | |
| | Wytrzymałość na ściskanie (system 1) po 28 dniach | Klasa C1,5/2,0 dla ulepszonego podłoża ; PN-EN 13286-50 przygotowanie próbek; PN-EN 13286-41 badanie | | | | |
| | Mrozoodporność | ≥0,6 | | | | |
| | Zawartość wody | Wg recepty | | | | |
| MIESZANKA Z ŻUŻLEM | | | | | | |
| | Typy mieszanki | Typ mieszanki A: A1 (0/22,4); A2(0/31,5), A3(0/45), A4(0/31,5), A5(deklarow ana) | Typ mieszanki B1 B1-1(0/22,4) B1-2 (0/31,5), B1-3(0/45), B1-4(0/31,5), | Typ mieszanki B (0/22,4);(0/16); (0/11,2), | Typ mieszanki B3 (0/11,2), | Typ mieszanki B4 deklarowane |
| | Wskaźnik nośności CBR po 28 (lub 91 dniami jeżeli ΔCBR ₂₈ jest niezachowany) | MIESZANK A typu A | Mieszanka A1, A2, A3 - CBR 50/50 (KR1-KR4), CBR 50/25 (KR5-KR6) Mieszanka A4-A5 – (KR1-KR5)- nie stosuje się CBR | | | |
| | | MIESZANK A typu B1 | Mieszanka B 1 – CBR 50/50 (KR1-KR4), CBR 50/25 (KR5-KR6) | | | |
| | | MIESZANK A typu B2 | Mieszanka B 2 – CBR 50/50 (KR1-KR4), CBR 50/25 (KR5-KR6) | | | |
| | | MIESZANK A typu B3 | Mieszanka B 3- nie stosuje się (KR1-KR4), CBR 30/35 (KR5-KR6) | | | |
| | | MIESZANK A typu B4 | Mieszanka B 4- CBR deklarowany, przy czym wymagane są minimalne wartości jak dla mieszanki B2 (KR1-KR6); ^{a)} | | | |
| | Składniki żużli | - skład żużli granulowanych, częściowo mielonych i mielonych dla mieszanek typu B - jak w pkt. 2.2.3 ST., - skład żużli granulowanych wszystkich rodzajów dla mieszanek typu A – zawartość żużla dla A4≤70%; dla pozostałych bez ograniczeń Mieszanki typu B: granulowany żużel (C.A. i α deklarowane dla KR1-KR 6); granulowany żużel częściowo mielony (C.A., α, PG deklarowane dla KR1-KR 6); granulowany żużel mielony (C.A., ,GG deklarowane dla KR1-KR 6); | | | | |

| | | |
|---|--|--|
| Uziarnienie | MIESZANKA typu A | Wg krzywych uziarnienia w WT-5 dla A1-A4; dla A5- deklarowane |
| | MIESZANKA typu B1 | Wg krzywych uziarnienia w WT-5 |
| | MIESZANKA typu B2 | |
| | MIESZANKA typu B3 | Nie stosuje się dla KR1-KR4; dla KR 5-6 procent przechodzącej masy powinien wynosić: Sito {mm} 11,2 – 100% Sito 5,60 - ≥85% Sito 0,063 - ≤35% |
| | MIESZANKA typu B4 | Wg normy 933-1, uziarnienie deklarowane przez producenta |
| Szczelność mieszanki C | <div>- nie dotyczy mieszanek typu A, B1, B3</div> <div>- dla mieszanek B2 i KR1-6 szczelność $C \geq 0,80$</div> <div>- dla mieszanek B4 szczelność jest deklarowana lecz minimalne wartości zachowane jak dla mieszanki B2</div> <div>PN-EN 13286 -2 –gęstość określona zmodyfikowaną metodą Proctora</div> <div>PN-EN 1097 -6 zał. A lub 7</div> | |
| Natychmiastowy wskaźnik nośności IPI, nie mniej niż (badanie wg PN-EN 13286-47 bez obciążników) | Dotyczy mieszanki B2- 0/11,2 (dla KR1-6) - IPI_{50} Dotyczy mieszanki B3 (dla KR 5-6) – IPI_{40} ; dla KR1-4 nie stosuje się Dotyczy mieszanki B4 – IPI deklarowane przy czym minimalne wartości zachowane jak dla B2-0/11,2 | |
| Wytrzymałość na ściskanie Rc, wyższa niż: ^{a)} | Dla mieszanek B4 (KR1-KR2)- C1,5/2; (KR3-KR4) – C3/4; (KR5-KR6)- C0,40/0,5; <div>dla pozostałych mieszanek nie bada się</div> | |
| Mrozoodporność ^{a)} | dla mieszanek B2 (KR1-KR4) – CBR ≥50; dla KR5-6 CBR ≥40 (mrozoodporność dla klasyfikacji CBR); dla mieszanek B3 (KR1-KR4) – nie stosuje się; dla KR5-6 CBR ≥30; (mrozoodporność dla klasyfikacji CBR); dla mieszanek B4 (KR5-6) – nie bada się; dla KR1-2 ≥0,60; dla KR3-4 ≥0,70;(mrozoodporność do klasyfikacji wytrzymałości) | |
| MIESZANKA Z POPIOŁEM LOTNYM | | |
| 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; Typ 5- KR1-6 | |
| 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 i 5 deklaracja producenta | |
| Szczelność mieszanki C | Dla mieszanki typu 1-nie wymagane; Dla mieszanki typu 2 (wszystkie uziarnienia) - $C \geq 0,8$; Dla mieszanki typu 3 – nie wymagane; Dla mieszanki typu 4 i 5 - deklarowane przez producenta | |
| Natychmiastowy wskaźnik nośności IPI, nie mniej niż | Dotyczy mieszanki typu 3 (dla KR1-6) ulepszone podłoże - IPI_{40} Dotyczy mieszanki typu 4 i 5 – IPI deklarowane | |

| | | |
|--|--|---|
| | Wytrzymałość na ściskanie R_c ; –badanie wg PN-EN 13286-41(42 dni pielęgnacji) | Dla mieszanki typu 1,2,3 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) -C 0,4/0,5 ale nie więcej niż 4 MPa; Dla mieszanki typu 4 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) – R_c deklarowana lecz nie mniej niż 0,5 MPa; Dla mieszanki typu 5 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) – C1,5/2 lecz nie więcej niż 6,0 MPa Dla mieszanki typu 1,2,3,4,5 na podbudowę pomocniczą –wg WT-5 |
| | Mrozoodporność (w cyklu 42+1+14) | Dla mieszanki typu 1, 2,4 i 5 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) – nie określa się Dla mieszanki typu 1,2,4 i 5 na podbudowę pomocniczą (KR1-KR6) – $\geq 0,60$; Dla mieszanki typu 3 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) – CBR ≥ 40 ; Dla mieszanki typu 3 na podbudowę pomocniczą (KR1-KR6) – nie określa się |
| MIESZANKA ZWIĄZANA SPOIWEM DROGOWYM | | |
| | 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; |
| | 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 – $\geq 85\%$; Sito 0,063 – $\leq 35\%$ Dla typu 4 deklaracja producenta |
| | Szczelność mieszanki C | Dla mieszanki typu 1-nie wymagane; Dla mieszanki typu 2 (wszystkie uziarnienia) - C $\geq 0,8$; Dla mieszanki typu 3 – nie wymagane; Dla mieszanki typu 4 – deklarowane przez producenta |
| | Natychmiastowy wskaźnik nośności IPI, nie mniej niż | Dotyczy mieszanki typu 2 (dla KR1-6) ulepszone podłoże i podbudowę pomocniczą - IPI ₅₀ Dotyczy mieszanki typu 3 (dla KR1-6) ulepszone podłoże - IPI ₄₀ Dotyczy mieszanki typu 4 – IPI deklarowane |
| | Wytrzymałość na ściskanie R_c ; –badanie wg PN-EN 13286-41(42 dni pielęgnacji) | Dla mieszanki typu 1,2,3 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) -C 0,4/0,5 ale nie więcej niż 4 MPa; Dla mieszanki typu 4 na podłoże ulepszone (KR1-KR6) – R_c deklarowana lecz nie mniej niż 0,5 MPa; Dla mieszanki typu 1,2,3,4, na podbudowę pomocniczą –wg WT-5 |
| | 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) – $\geq 0,60$; 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.

a) 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 ścislenie 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:

- wapno wg PN-EN 459-1:2003
- popioły lotne wg PN-S-96035,
- chlorek wapniowy wg PN-C-84127.
- gips

Za zgodą Inżyniera 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 ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

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

a) 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

b) 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 ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2. Transport materiałów

Mieszanke gruntu-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 ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa stabilizacji nie może być wykonywana (ułożona) 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 5°C w czasie najbliższych 7 dni.

5.3. Przygotowanie podłoża

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

Podbudowa powinna być ułożona na podłożu zapewniającym nie przenikanie cząstek gruntu do podbudowy (w tym wypadku do warstwy technologicznej).

$$D_{15}/d_{85} \leq 5, \text{ gdzie}$$

D_{15} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy podbudowy lub warstwy odsączającej, w milimetrach,

d_{85} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, w milimetrach.

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-KR6, w stosunku do masy suchego gruntu. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w ST 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 albo maszyn rolniczych.

Należy sprawdzić wilgotność gruntu i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowozów 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 tejże 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 Inżyniera.

Grunt powinien być wymieszany z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokość, 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 o więcej niż 20%, należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż +10%, -20% jej wartości.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do wymaganych w dokumentacji projektowej 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 receptce 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 Inżyniera 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 +10% i -20% jej wartości. 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.

Zagęszczanie 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 1,0 oznaczonego zgodnie z PN-EN 13286-2:2007 a wtórny moduł okształcenia 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.

Jeśli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie obciąć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obcięcia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 60 minut.

Jeżeli w niżej położonej warstwie występują spoiny robocze, to spoiny w warstwie leżącej wyżej powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 30 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

5.9. Pielęgnacja warstwy gruntu/ kruszywa stabilizowanego cementem

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów :

- skropienie warstwy emulsją asfaltową (asfaltem jeśli Inżynier 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 Inżyniera,
- 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 Inżyniera.

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

5.10. Odcinek próbny

Jeżeli przewidziano konieczność wykonania odcinka próbnego, to co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do spulchnienia, mieszania, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia potrzebnej liczby przejść walców do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia warstwy.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania stabilizacji
Powierzchnię odcinka próbnego i jego lokalizację należy ustalić z Inżynierem (odcinek powinien być nie mniejszy niż **400m²**)
Wykonawca może przystąpić do wykonywania stabilizacji po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera.

5.11. Utrzymanie wykonanej w-wy

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

Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową w-wę 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 Inżyniera.

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.
O zakresie i rodzaju badań decyduje Inżynier Budowy - poniżej podano zalecane badania wg normy.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania spoiw, 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 stabilizacji podano w tablicy poniżej:

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

| Lp. | Wyszczególnienie badań | Częstotliwość badań | |
|-----|---|--|--|
| | | Minimalna liczba badań na działce roboczej | Maksymalna powierzchnia stabilizacji przypadająca na jedno badanie |
| 1 | Uziarnienie gruntu przeznaczonego do stabilizacji | 2 | 2500 m ² |
| 2 | Wilgotność mieszanki gruntu ze spoiwem | | |
| 3 | Zagęszczenie warstwy | | |

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------------|
| 4 | Grubość stabilizacji | 2 | jw |
| 5 | Wytrzymałość na ściskanie – 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem i wapnem – 14 i 42-dniowa przy stabilizacji popiołami lotnymi | łącznie 6 próbek łącznie 6 próbek | 1próbka na 1000m2 |

6.3.2. Uziarnienie gruntu

Próbki do badań należy pobierać z mieszarek lub po ułożeniu mieszanki. Uziarnienie gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

6.3.3. Wilgotność mieszanki gruntu ze spoiwami

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki.

6.3.4. Zagęszczenie warstwy

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 oznaczonego zgodnie z PN-EN 13286-2:2007. Nośność natomiast powinna wynosić $E2 \geq 120$ MPa, $E1 \geq 60$ MPa.

6.3.5. Grubość stabilizacji

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 +10 % i -15%

6.3.6. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Probki do badań 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 oraz po 28 dniach przechowywania, a w przypadku stabilizacji żużlem granulowanym po 90 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych stabilizacji

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Poniższe częstotliwości badań są badaniami normowymi stąd należy je zinterpolować stosownie do rzeczywistej ilości robót. Poniżej podano proponowane ilości badań dla zadania jw. O zmniejszeniu lub zwiększeniu ilości badań normowych lub proponowanych decyduje Inżynier.

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość badań pomiarów | Tolerancja |
|-----|-----------------------------------|--|--|
| 1 | 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 . |
| 2 | Równość podłużna | co 20m łąką 4metrową | Mniej niż 15 mm dla podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża. |
| 3 | Równość poprzeczna | 10razy 1km | jw |

| | | | |
|---|---|--|--|
| 4 | Spadki poprzeczne ^{*)} | 10razy 1km | ± 0,5 %. W stos. do projektowanej |
| 5 | Rzędne wysokościowe | | Mniej niż + 1 cm, -2 cm. |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie ^{*)} | co 50- 100m wg decyzji Inżyniera | Przesunięcie w stosunku do osi projektowanej mniej niż ± 5 cm. |
| 7 | Grubość stabilizacji | w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² | ± 1cm. |

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

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami stabilizacji

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne stabilizacji

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej stabilizacji stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inżyniera.

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.

6.5.2. 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.

6.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość stabilizacji

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

7. PRZEDMIAR I OBMAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót

Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 7.
Jednostka przedmiarową i obmiarową jest 1m² wykonanej stabilizacji

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 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 i rozliczenia robót podano w ST D-00.00.00.
„Wymagania ogólne” pkt 9.

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

Zakres prac związany z wykonaniem 1m² ulepszonego podłoża z gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem(spoiwwem)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

Normy

| | |
|--------------------|---|
| PN-B-04481 | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu |
| PN-S-96012 | Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntu |
| PN-S-96013 | Drogi samochodowe. Podbudowa z chudego betonu . wymagania i badania |
| PN-S-96035 | Drogi samochodowe. Popioły lotne |
| PN-S-06103 | Drogi samochodowe. Podbudowa z betonu popiołowego |
| PN-EN 459-1:2003 | Wapno budowlane - Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodność |
| 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-EN13043:2004 | Kruszywa do mieszanek bitumicznych powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu |
| PN-EN13242:2004 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym |
| PN-EN 1097-5:2001 | 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 14227:x | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym Wymagania 1- Mieszanki związane cementem 2- Mieszanki żużłowe 3- Mieszanki związane popiołami lotnymi |
| PN-EN 13286-2:2007 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody-zagęszczanie metodą Proctora. |
| PN-EN 1744-1:2000 | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna. |



**„Przebudowa dróg publicznych w grodkowie –Ul. Sienkiewicza, ul. Morcinka,
Ul. Grenadierów, ul. Kosynierów, ul. Raławicka, ul. Kościuszki
Wraz z budową ronda w ciągu ul. Sienkiewicza”**

| | |
|---------------|---|
| PN-EN 197-1 | Cement. Część1 Skład, wymagania i ocena zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku |
| BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą. |
| BN-64/8931-02 | Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą |
| BN-70/8931-05 | Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika nośności gruntu jako podłoża nawierzchni podatnych |

Uwaga.

O stosowaniu norm napisano w ST D-00.00.00