

SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.04.05.01a

**ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU
STABILIZOWANEGO**

D.04.00.00 PODBUDOWY

D.04.05.01A ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU STABILIZOWANEGO

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego, w ramach zadania: **Budowa Drogi dojazdu do pól, ul. Sosnowa w Ożarowicach.**

1.2. Zakres stosowania ST

ST jest stosowana jako Dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w p. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania robót wymienionych w p. 1.1, związanych z wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{0,4/0,5} lub wapnem Rc_{0,5} gr. 25 cm.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia i definicje użyte w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST DM.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

1.4.1. Grunt - materiał pochodzenia naturalnego, przemysłowego lub z recyklingu (w tym gruz betonowy z rozbiórki oraz kruszywo z rozbiórki) lub dowolna kombinacja tych składników.

1.4.2. Grunt poddany obróbce za pomocą cementu – mieszanka powstała w wyniku dodania cementu i wody, a także, w razie potrzeby składników drugorzędnych, która podlega wiązaniu i twardnieniu w wyniku reakcji hydraulicznej.

1.4.3. Grunt poddany obróbce za pomocą wapna – mieszanka powstała w wyniku dodania wapna i wody, która podlega wiązaniu i twardnieniu w wyniku reakcji hydraulicznej.

1.4.4. Grunt poddany obróbce za pomocą żużłu – mieszanka powstała w wyniku dodania żużlu i wody, a także, w razie potrzeby składników drugorzędnych, która podlega wiązaniu i twardnieniu w wyniku reakcji hydraulicznej.

1.4.5. Grunt poddany obróbce za pomocą spoiwa drogowego – mieszanka powstała w wyniku dodania spoiwa drogowego i wody, a także, w razie potrzeby składników drugorzędnych, która podlega wiązaniu i twardnieniu w wyniku reakcji hydraulicznej.

1.4.6. Grunt poddany obróbce za pomocą popiołów lotnych – mieszanka powstała w wyniku dodania popiołu lotnego i wody, a także, w razie potrzeby składników drugorzędnych, która podlega wiązaniu i twardnieniu w wyniku reakcji hydraulicznej.

1.4.7. Stabilizacja gruntu spoiwem hydraulicznym – mieszanka powstała w wyniku zmieszania gruntu ze spoiwem i wodą oraz, w razie potrzeby składnikami drugorzędnymi, która została zaprojektowana w taki sposób, aby osiągnąć odpowiednią spójność strukturalną mierzoną bezpośrednio za pomocą jednoosiowego badania wytrzymałości na ściskanie.

1.4.8. Podłoże ulepszone z gruntu ulepszanego spoiwem – warstwa zawierająca mieszankę spoiwowo-gruntową, zapewniającą umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni.

1.4.9. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne dla robót” pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonanych robót oraz ich zgodność z dokumentacją projektową oraz z poleceniami Inżyniera / Kierownika Projektu.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM.00.00.00. „Wymagania ogólne” p. 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Zgodność materiałów z dokumentacją projektową i aprobatą techniczną. Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST względnie z wymaganiami europejskiej lub krajowej aprobaty technicznej.

2.2. Grunty do stabilizacji spoiwem hydraulicznym

Przed przystąpieniem do wykonania stabilizacji spoiwem hydraulicznym należy wykonać badania gruntu przeznaczone do wykonania stabilizacji. W zależności od wybranego przez Wykonawcę spoiwa hydraulicznego grunt należy doprowadzić do parametrów umożliwiających stabilizację i osiągnięcie założonych parametrów gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym.

Grunty zawierające siarczany lub inne materiały, które mogłyby skutkować rozszerzaniem się mieszanek powinny być badane w zakresie odporności na działanie wody.

2.3. Grunty do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołem lotnym, żużlem)

Do wykonania ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołem lotnym, żużlem) zaleca się stosować grunty o właściwościach podanych w tablicy nr 1.

Tablica nr 1. Wymagania dla gruntów do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołami lotnymi, żużlem)

Lp.	Właściwości	Jednostki	Wymagania	Badanie wg
1	Uziarnienie: - zawartość ziaren przechodzących przez sito # 63 mm, - zawartość ziaren przechodzących przez sito # 25 mm, - zawartość ziaren przechodzących przez sito # 4 mm, - zawartość ziaren przechodzących przez sito # 0,25 mm, - zawartość ziaren przechodzących przez sito # 0,075 mm, - zawartość części mniejszych od 0,002 mm, nie więcej niż	% (m/m) % (m/m) % (m/m) % (m/m) % (m/m) % (m/m)	95-100 85-100 50-100 10-100 0-100 20	PN-88/B-04481
2	Granica płynności, nie więcej niż	% (m/m)	40	
3	Wskaźnik plastyczności, nie więcej niż	% (m/m)	15	
4	Odczyn pH	-	od 5 do 8	
5	Zawartość części organicznych, nie więcej niż	% (m/m)	2,0	
6	Zawartość siarczanów, przeliczanych na SO ₃ , nie więcej niż	% (m/m)	1,0	PN-B-06714-28

Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołami lotnymi, żużlem) w warstwie ulepszanego podłoża pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem lub spoiwem drogowym.

Decydującym kryterium przydatności gruntu do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołami lotnymi, żużlem) są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego spoiwami hydraulicznymi (cementem, spoiwami drogowymi, popiołami lotnymi, żużlem).

2.4. Grunty do stabilizacji wapnem

Dla gruntu stabilizowanego wapnem nie obowiązują bezwzględne wymagania dotyczące uziarnienia i wskaźnika plastyczności gruntu przed stabilizacją, lecz jako wskazówki mogą służyć zalecenia podane w tablicy 2 wg PN-EN 14227-11, załącznik A.

Tablica 2. Zalecenia dotyczące uziarnienia i wskaźnika plastyczności dla gruntu przewidzianego do stabilizacji wapnem

Lp.	Cechy charakterystyczne gruntu	Zalecenie	Komentarz
1	D 95 (95% cząstek gruntu powinno być mniejsze niż)	Wskazane < 63 mm	Dotyczy to rodzaju materiału przewidzianego do stabilizacji i typu sprzętu do mieszania
2	Ilość cząstek przechodzących przez sito 63 mikrony	Wskazana > 12%	Zalecenie wskazuje na wystarczającą ilość materiału do stabilizacji wapnem. W przypadku braku takiej ilości można dodać krzemionkowy popiół lotny
3	Wskaźnik plastyczności	Wskazany > 5	Wykonanie skutecznej stabilizacji wymaga dostatecznej ilości gliny reaktywnej. Tak więc wskaźnik plastyczności powinien być wymierny i większy od 5. Ponieważ istnieją różnice w reaktywności różnych glin, określenie minimalnej wielkości wskaźnika plastyczności nie jest gwarancją stabilizacji. Jak podano powyżej korzystne może być dodanie krzemionkowego popiołu lotnego

Wykonanie badań laboratoryjnych mieszanki wapienno-gruntowej określi, czy można zastosować grunt zawierający określoną ilość cząstek organicznych. Ilość cząstek organicznych przydatnych do stabilizacji wapnem zależy od ich rodzaju.

Decydującym kryterium przydatności gruntu do stabilizacji wapnem są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego wapnem.

2.5. Spoiwo hydrauliczne

Do stabilizacji gruntu można stosować następujące hydrauliczne spoiwa drogowe:

- cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5, N lub R, spełniający wymagania PN-EN 197-1.
- wapno suchogaszone (hydratyzowane) Ca(OH)_2 albo wapno palone niegaszone wg PN-EN 459-1.
- popioły lotne wg PN-EN 14227-4
- żużle wg PN-EN 14227-2 lub PN-EN 15167-1
- spoiwo drogowe zgodne z normą PN-EN 13282-1, PN-EN 13282-2, PN-EN 13282-3 lub Aprobata techniczną IBDiM lub Europejską Aprobata techniczną.

2.5.1. Cement

Do stabilizacji gruntu przewidziano cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5, spełniający wymagania PN-EN 197-1.

2.5.2. Wapno

Do stabilizacji należy stosować wapno palone niegaszone lub wapno suchogaszone (hydratyzowane), przy czym wapno suchogaszone można stosować w postaci suchej lub rozrzedzonej zaprawy.

2.5.3. Wapno palone niegaszone powinno odpowiadać wymaganiom PN-EN 459-1, klasy CL 90 albo CL 80, a także, zgodnie z PN-EN 459-1 wymiary cząstek wapna palonego powinny odpowiadać właściwej kategorii z tablicy 3.

Tablica 3. Kategorie rozmiaru wapna palonego według wymiarów cząstek

Wymiar sita, mm	Kategoria wapna palonego	
	Kategoria 1	Kategoria 2
10	100	100
5	100	≥ 95
2	≥ 95	-
0,2	≥ 70	-
0,09	≥ 50	-

2.5.4. Wapno suchogaszone (hydratyzowane) powinno odpowiadać wymaganiom PN-EN 459-1 klasy CL 90 lub CL 80.

Wapno palone niegaszone i suchogaszone (hydratyzowane) powinno być przechowywane w warunkach zabezpieczających przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

2.5.5. Hydrauliczne spoiwo drogowe

Hydrauliczne spoiwo drogowe powinno być zgodne z normą PN-EN 13282-1, PN-EN 13282-2, PN-EN 13282-3.

Wymagania dla spoiw drogowych podano w tabeli 3a, 3b, 3c, 3d niniejszej STWiORB.

Tablica 3a. Wymagania mechaniczne podane jako wartości charakterystyczne dla spoiw drogowych szybkowiązujących wg PN-EN 13282-1.

Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie, w MPa		
	po 7 dniach	po 28 dniach	
E2	≥ 5,0	≥ 12,5	≤ 32,5
E3	≥ 10,0	≥ 22,5	≤ 42,5
E4	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5
E4-RS	≥ 16,0	≥ 32,5	-

Tablica 3b. Wymagania fizyczne podane jako wartości charakterystyczne dla spoiw drogowych szybkowiązujących wg PN-EN 13282-1.

Hydrauliczne spoiwo drogowe	Stopień zmielenia – masa pozostałości na sicie 90 μm, w %	Początek czasu wiązania, w min	Stałość objętości (rozszerzalność), w mm
E2 E3 E4	≤ 15	≥ 90	≤ 10
E4-RS	≤ 15	≤ 90	≤ 10

Tablica 3c. Wymagania mechaniczne podane jako wartości charakterystyczne dla spoiw drogowych normalnie wiążących wg PN-EN 13282-2.

Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie po 56 dniach, w MPa	
N1	$\geq 2,5$	$\leq 22,5$
N2	$\geq 12,5$	$\leq 32,5$
N3	$\geq 22,5$	$\leq 42,5$
N4	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$

Tablica 3d. Wymagania fizyczne podane jako wartości charakterystyczne dla spoiw drogowych normalnie wiążących wg PN-EN 13282-2.

Hydrauliczne spoiwo drogowe	Stopień zmielenia – masa pozostałości na sicie 90 μm , w %	Początek czasu wiązania, w min	Stołość objętości (rozszerzalność), w mm
N1, N2, N3, N4	≤ 15	≥ 150	≤ 30

2.5.6. Popiół lotny

Jako popiół lotny można stosować krzemionkowy lub wapienny popiół lotny spełniający wymagania podane w normie PN-EN 14227-4.

2.5.7. Żużel

Jako żużle można stosować mielony wielkopiecowy żużel granulowany spełniający wymagania PN-EN 15167-1 lub częściowo mielony granulowany żużel wielkopiecowy spełniający wymagania PN-EN 14227-2.

2.6. Pozostałe składniki (dodatki, składniki drugorzędne)

Składniki drugorzędne można dodać, aby osiągnąć pozytywne wyniki w próbach laboratoryjnych, takie jak poprawa uziarnienia, stabilność, szczelność, nieprzepuszczalność, wiązania i twardnienia mieszanki gruntu i spoiwa.

Do stabilizacji cementem można stosować składniki drugorzędne w celu poprawy np. uziarnienia lub wytrzymałości na ściskanie. Do takich składników należą popioły lotne, wapno, żużle wielkopiecowe.

Do stabilizacji żużlem można stosować składniki drugorzędne, które są niezbędne do osiągnięcia odpowiedniego tempa wiązania i twardnienia mieszanki oraz urabialności i obejmują cement, wapno, gips i inne produkty zawierające wapno i/lub siarczany.

Do stabilizacji popiołem lotnym można stosować składniki drugorzędne, które są niezbędne do osiągnięcia odpowiedniej reakcji hydraulicznej mieszanki, urabialności, poprawy właściwości wytrzymałościowych i obejmują cement, wapno, gips. Krzemionkowy popiół lotny wymaga wapna lub cementu umożliwiającego przeprowadzenie reakcji hydraulicznej.

2.7. Woda

Woda do stabilizacji gruntu i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-EN 1008. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta bez stwierdzenia zgodności z powyższą normą.

2.8. Domieszki

Domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2.

Jeśli w mieszance mają być zastosowane środki przyspieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

2.9. Preparaty do pielęgnacji warstwy

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania warstwy ulepszonego podłoża stabilizowanego spoiwem hydraulicznym metodą „na miejscu” powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- stabilizator gruntu do wymieszania gruntu ze spoiwami zapewniający głębokość mieszania zgodnie z założeniami,
- w miejscach trudnodostępnych mieszarki jedno lub wielowirnikowe do wymieszania gruntu ze spoiwami zapewniające mieszanie na pełną głębokość,
- spycharka lub równiarka do spulchnienia gruntu,
- rozsypywarki wyposażone w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewożne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

Wykonawca przystępujący do wykonania warstwy ulepszonego podłoża stabilizowanego spoiwem hydraulicznym w mieszarkach stacjonarnych powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarki stacjonarne wyposażone w urządzenia dozujące grunt, spoiwo i wodę,
- spycharka lub równiarka do spulchnienia gruntu,
- rozsypywarki wyposażone w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- przewożne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Transport spoiwa hydraulicznego i wapna powinien odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

Transport spoiwa hydraulicznego i wapna powinien odbywać się zgodnie z zaleceniami Producenta. Jeżeli woda do wytwarzania mieszanki nie jest pobierana bezpośrednio z instalacji wodociągowej, to powinna być dowożona z uzgodnionego miejsca w czystych zbiornikach, w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne zasady wykonania Robót podano w ST DM.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

5.2. Badania podłoża przed przystąpieniem do wykonania ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

Ulepszone podłoże z gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym przewiduje się dla zakresu przedstawionego w pkt. 1.3 niniejszej STWiORB.

Po wykonaniu wykopów i wyprofilowaniu podłoża należy wykonać badania modułu odkształcenia E_2 oraz określić grupę nośności podłoża na powierzchni wykopu. Przyjęte w projekcie obszary stabilizacji na określoną głębokość są podane na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, a ich zakres na określoną głębokość zostanie zweryfikowany po wykonaniu badań modułu odkształcenia E_2 gruntu podłoża i zaakceptowaniu wyników tych badań przez Inżyniera.

W przypadku wykonywania ulepszanego podłoża metodą mieszania na miejscu w wykopie, ustalenie nośności podłoża gruntowego poprzez badanie modułu odkształcenia E_2 wykonuje się na poziomie góry warstwy ulepszanego podłoża.

Za zgodą inżyniera dopuszcza się wykonywanie badań nośności za pomocą płyty dynamicznej na gruntach niespoistych. Do ustalenia wyników (kalibracji) należy odnieść się do opracowania IBDiM „Badanie i ustalenie zależności korelacyjnych dla oceny stanu zagęszczenia i nośności gruntów niespoistych płytą dynamiczną”, Warszawa 2005 oraz wykonać własną kalibrację.

5.3. Przygotowanie podłoża

Podłożem do wykonania warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym jest grunt w wykopie przygotowany zgodnie z wymaganiami określonymi w STWiORB D.02.01.01.

Warstwa ulepszanego podłoża powinna być wytyczona w sposób umożliwiający ich wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową z tolerancjami określonymi w niniejszej STWiORB.

5.4. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym nie może być wykonywana wtedy gdy średnia dobową temperatura powietrza spadła poniżej 5°C oraz gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu.

5.5. Opracowanie recepty laboratoryjnej

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia badań materiałów, oraz opracowania recepty i przedstawienia do akceptacji Inżyniera przed rozpoczęciem robót.

Recepta powinna zawierać ilości poszczególnych składników, wilgotność optymalną oraz wartość wytrzymałości na ściskanie zależności od użytego spoiwa hydraulicznego.

Ilość składników należy podać jako procent suchej masy całkowitej suchej masy mieszanki, uziarnienie oraz gęstość mieszanki w stanie suchym.

Podane proporcje powinny opierać się na projekcie mieszanki laboratoryjnej i/lub praktycznych doświadczeniach z mieszankami produkowanymi z tych samych składników i w takich samych warunkach jak w przypadku proponowanej mieszanki.

5.6. Wymagania dotyczące projektowania mieszanek z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

5.6.1. Klasyfikacja gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym w oparciu o wytrzymałość na ściskanie

Skład mieszanki projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek po 28 pielęgnacji wg PN-EN 14227-15 oraz pkt 5.6.3 niniejszej STWiORB, zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych $H/D=1$ i badanych wg PN-EN 13286-41 dla klasy wytrzymałości na ściskanie w zależności od zastosowanego spoiwa hydraulicznego wg normy PN-EN 14227-15. Formy walcowe $H/D=1$ są zgodne z wymaganiami niniejszej STWiORB, jeżeli stosunek wysokości (H) do średnicy (D) mieści się w zakresie 0,8 do 1,21.

Wytrzymałość na ściskanie R_c mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym należy określić na próbkach walcowych o wymiarach:

- D=100 mm; H=120mm (H/D=1,2) – forma typu A dla mieszanek o uziarnieniu do 16 mm,
- D=150 mm; H=120 mm (H/D=0,8) dla uziarnienia 22,4; 31,5 mm – forma typu B.

Podstawowym kryterium oceny przydatności gruntu oraz spoiwa hydraulicznego do warstwy ulepszonego podłoża jest osiągnięcie wymaganej wytrzymałości na ściskanie.

Określenie wytrzymałości na ściskanie po 7 lub 14 dniach pielęgnacji wg PN-EN 14227-15 oraz pkt 5.6.3 niniejszej STWiORB, zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D=1 i badanych wg PN-EN 13286-41 należy traktować jako badanie pomocnicze. Ze względu brak wymagań co do wytrzymałości wczesnej otrzymany wynik można porównać do założeń recepturowych jeżeli takie zostały określone.

Klasa wytrzymałość na ściskanie R_c określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tablicy nr 4, 5, , 6, , w zależności od użytego spoiwa. Próbkki powinny być pielęgnowane zgodnie z pkt 5.6.3. niniejszej STWiORB.

Tablica 4. Klasyfikacja wytrzymałości na ściskanie gruntu stabilizowanego cementem po 28 dniach kondycjonowania wg PN-EN 14227-15

Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach kondycjonowania, MPa			
Lp.	Wytrzymałość charakterystyczna R _c		Klasa wytrzymałości
	Minimalna wartość R _c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 2 (próbki walcowe H/D ^a =2,0)	Minimalna wartość R _c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 1 (próbki walcowe H/D ^a =1,0 ^b)	
1	0,4	0,5	C _{0,4/0,5}
^a H/D= stosunek wysokości do średnicy próbki			
^b H/D= 0,8 do 1,21			

Tablica 5. Klasyfikacja wytrzymałości na ściskanie gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym, żużlem lub popiołem lotnym po 28 dniach kondycjonowania wg PN-EN 14227-15

Lp.	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach kondycjonowania, MPa		Klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna R_c		
	Minimalna wartość R_c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 2 (próbki walcowe $H/D^a=2,0$)	Minimalna wartość R_c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 1 (próbki walcowe $H/D^a=1,0^b$)	
1	0,4	0,5	$C_{0,4/0,5}$

^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki

^b $H/D= 0,8$ do $1,21$

Tablica nr 6. Klasyfikacja wytrzymałości na ściskanie gruntu stabilizowanego wapnem po 28 dniach kondycjonowania wg PN-EN 14227-15

Lp.	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach kondycjonowania, MPa		Klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna R_c		
	Minimalna wartość R_c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 2 (próbki walcowe $H/D^a=2,0$)	Minimalna wartość R_c w MPa dla cylindrów o wskaźniku smukłości 1 (próbki walcowe $H/D^a=1,0^b$)	
1	0,4	0,5	$C_{0,4/0,5}$
^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki			
^b H/D = 0,8 do 1,21			

Dopuszcza się wykorzystanie wytrzymałości na ściskanie R_c z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np. R_{c7} ; R_{c14} , R_{c28} .

Jako wartość R_c należy przyjąć średni wynik z minimum 3 próbek.

5.6.2. Odporność na działanie wody

Odporność na działanie wody określa się dla mieszanek stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, w których zastosowane grunty zawierają siarczany w ilości większej niż podano w tabeli 1 niniejszej STWiORB lub w przypadku braku możliwości określenia ilości siarczanów w gruncie, które mogłyby skutkować rozszerzaniem się mieszanki. Odporność na działanie wody określa się przez oznaczenie wytrzymałości próbek po zanurzeniu w wodzie w stosunku do wytrzymałości próbek przechowywanych w warunkach suchych. Mieszanka powinna spełniać wymagania dla kategorii podanych w tablicy 7.

Tablica 7. Wytrzymałość mieszanki po zanurzeniu w wodzie mieszanek stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi (nie dotyczy wapna)

Mieszanka	Stosunek R_i/R	Kategoria
Mieszanka stabilizowana spoiwami hydraulicznymi	$>0,6$	$I_{0,6}$

R_i oznacza średnią wytrzymałość obliczoną dla nie mniej niż 3 próbek po Z dniach pielęgnacji w szczelnych warunkach, po których następuje W dni pełnego zanurzenia w napowietrzanej wodzie. R oznacza średnią wytrzymałość nie mniej niż 3 próbek po $(Z+W)$ dniach pielęgnacji w szczelnych warunkach. Wszystkie próbki powinny zostać przygotowane z tej samej partii mieszanki i powinny być pielęgnowane zgodnie z pkt 5.6.3. niniejszej STWiORB.

5.6.3. Wymagania dotyczące pielęgnacji próbek z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

5.6.3.1. Grunt stabilizowany cementem

Próbki gruntu stabilizowanego cementem do badania wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku, a następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Nasycanie próbek odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym zanurzeniu w wodzie.

Próbki gruntu stabilizowanego cementem do badania wytrzymałości na ściskanie po 14 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego cementem do badania wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego cementem do badania odporności na działanie wody należy pielęgnować:

- do określenia Ri: pielęgnacja bez zanurzenia Z wynosi 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C), czas trwania pielęgnacji przez zanurzenie W wynosi 21 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).
- do określenia R: pielęgnacja bez zanurzenia w wodzie (w szczelnych warunkach) przez (Z+W) 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).

W przypadku gdy próbki są zbyt delikatne, aby można było wyciągnąć je z formy po 24h, wówczas można je zostawić w formach do czasu, aż staną się wystarczająco wytrzymałe, aby można było je wyciągnąć z formy.

5.6.3.2. Grunt stabilizowany spoiwem drogowym

Próbki gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym do badania wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym do badania wytrzymałości na ściskanie po 14 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym do badania wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym do badania odporności na działanie wody należy pielęgnować:

dla klasy wytrzymałości określanej po 28 dniach pielęgnacji:

- do określenia Ri: pielęgnacja bez zanurzenia Z wynosi 21 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C), czas trwania pielęgnacji przez zanurzenie W wynosi 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).
- do określenia R: pielęgnacja bez zanurzenia w wodzie (w szczelnych warunkach) przez (Z+W) 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).

W przypadku gdy próbki są zbyt delikatne, aby można było wyciągnąć je z formy po 24h, wówczas można je zostawić w formach do czasu, aż staną się wystarczająco wytrzymałe, aby można było je wyciągnąć z formy.

5.6.3.3. Grunt stabilizowany wapnem

Próbki gruntu stabilizowanego wapnem do badania wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku, a następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze 20°C (+/-2°C). Nasycanie próbek odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym zanurzeniu w wodzie.

Próbki gruntu stabilizowanego wapnem do badania wytrzymałości na ściskanie po 14 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego wapnem do badania wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego wapnem do badania odporności na działanie wody należy pielęgnować:

dla klasy wytrzymałości określanej po 28 dniach pielęgnacji:

- do określenia Ri: pielęgnacja bez zanurzenia Z wynosi 21 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C), czas trwania pielęgnacji przez zanurzenie W wynosi 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).
- do określenia R: pielęgnacja bez zanurzenia w wodzie (w szczelnych warunkach) przez (Z+W) 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).

5.6.3.4. Grunt stabilizowany żużlem i popiołem lotnym

Próbki gruntu stabilizowanego żużlem lub popiołem lotnym do badania wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego żużlem lub popiołem lotnym do badania wytrzymałości na ściskanie po 14 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 14 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego żużlem lub popiołem lotnym do badania wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji należy pielęgnować 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C) w komorze o wilgotności od 95% do 100% lub wilgotnym piasku.

Próbki gruntu stabilizowanego żużlem i popiołem lotnym do badania odporności na działanie wody należy pielęgnować:

A. dla klasy wytrzymałości określanej po 28 dniach pielęgnacji:

- do określenia Ri: pielęgnacja bez zanurzenia Z wynosi 21 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C), czas trwania pielęgnacji przez zanurzenie W wynosi 7 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).
- do określenia R: pielęgnacja bez zanurzenia w wodzie (w szczelnych warunkach) przez (Z+W) 28 dni w temperaturze 20°C (+/-2°C).

5.6.4. Zawartość wody

Zawartość wody powinna zostać wybrana w taki sposób, aby umożliwiła zagęszczenie mieszanki na miejscu wbudowania za pomocą wałowania oraz optymalizowanie mechanicznych właściwości użytkowych mieszanki. Optymalną zawartość wody należy ustalić wg PN-EN 13286-2.

Zawartość wody mieszanki powinna być zgodna z kategoriami określonymi w tablicy nr 8.

Tablica nr 8. Minimalna zawartość wody.

Minimalna zawartość wody	Kategoria
Nie mniej niż 0,8 optymalnej zawartości wody w mieszance oznaczonej wg PN-EN 13286-2	min W_{dv} 0,8

5.7. Przygotowanie mieszanki gruntowo-spoiwowej

Przygotowanie mieszanki powinno się odbywać zgodnie z zatwierdzoną przez Inżyniera receptą laboratoryjną.

Zawartość spoiwa hydraulicznego w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników.

Zawartość wody powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora i/lub doświadczalnie z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2 i być zgodna z tablicą 8. Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu stabilizowanego spoiwami zgodnych z wymaganiami określonymi w niniejszej STWiORB.

5.8. Odcinek próbny

Przed planowanym wykonaniem odcinka próbnego, Wykonawca przedstawi Inżynierowi Program Odcinka Próbnego zawierający informacje na temat lokalizacji, rodzaju sprzętu, stosowanych materiałów oraz badań laboratoryjnych. Termin odcinka próbnego będzie ustalony z Inżynierem z odpowiednim wyprzedzeniem.

Odcinek próbny wykonany będzie w celu:

- określenia grubości warstwy mieszanki w stanie luźnym dla uzyskania grubości warstwy zgodnej z Dokumentacją Projektową po zagęszczeniu,
- oceny przydatności zastosowanego sprzętu do układania i zagęszczania,
- sprawdzenia opracowanej recepty laboratoryjnej,

– sprawdzenia jednorodności wymieszania cementu z gruntem i zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania ulepszanego podłoża.

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu uzgodnionym z Inżynierem. Długość odcinka próbnego nie mniej niż 100 mb lub 1000 m².

Wykonawca może przystąpić do wykonywania warstwy ulepszanego podłoża po zaakceptowaniu raportu z odcinka próbnego przez Inżyniera / Kierownika Projektu.

5.9. Stabilizacja gruntu metodą mieszania na miejscu

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

Należy sprawdzić wilgotność gruntu i w razie potrzeby ją zwiększyć. 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.

Rozdrobnienie i spulchnienie gruntu nastąpi podczas jego mieszania ze spoiwem, w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokości, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. Po wymieszaniu gruntu ze spoiwem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż +10%, -20% jej wartości zgodnie z tablicą 8 niniejszej STWiORB.

Czas od momentu rozłożenia spoiwa na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

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

Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

5.10. Stabilizacja gruntu w mieszarkach stacjonarnych

W przypadku braku możliwości wykonania w-wy ulepszanego podłoża metodą „na miejscu” należy dostarczyć mieszankę z wytwórni stacjonarnej.

Przygotowanie mieszanki powinno się odbywać zgodnie z zatwierdzoną przez Inżyniera receptą laboratoryjną.

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w receptie laboratoryjnej z uwzględnieniem naturalnej wilgotności gruntu. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania gruntu i spoiwa 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 / Kierownika Projektu 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 kategorii minimalnej zawartości wody W0,8 i być nie mniejsza niż 0,8 optymalnej zawartości wody w mieszance oznaczonej zgodnie z 13286-2.

Przed ułożeniem mieszanki należy podłoże zwilżyć wodą.

Transport mieszanki z wytwórni w miejsce wbudowania powinien się odbywać przy pomocy środków transportowych samowyladowczych o dużej pojemności, tj. minimum 10 ton w sposób zabezpieczający przed segregacją i wysychaniem. Czas od kontaktu spoiwa i wody do zakończenia zagęszczenia nie może przekroczyć 120 min.

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. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

5.11. Zagęszczanie i nośność

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki $I_s \geq 1,0$, określonego

wg BN-77/8931-12. Badanie prowadzimy bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania. Badaniem alternatywnym, w przypadku braku możliwości określenia wskaźnika zagęszczenia I_s jest badanie wskaźnika odkształcenia $I_o = E_2/E_1$ z wykorzystaniem płyty statycznej typu VSS, wg PN-S-02205 załącznik B, które należy wykonać przed rozpoczęciem wiązania spoiwa hydraulicznego. Wskaźnik odkształcenia powinien być nie większy niż $I_o \leq 2,2$.

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem należy prowadzić przy użyciu sprzętu określonego w pkt 3 niniejszej STWiORB.

Zagęszczanie warstwy o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. 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.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu 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.

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.

Dla warstw ulepszonego podłoża dopuszcza się odbiór poprzez badanie płytą VSS i osiągnięcie wymaganej nośności zgodnej z dokumentacją projektową. Badanie wykonać nie wcześniej niż po 1 dobie od momentu zagęszczenia.

5.12. Spoiny robocze

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

Przy stabilizacji gruntu spoiwami hydraulicznymi na miejscu, należy spulchnić część wcześniej ułożonej i zagęszczonej mieszanki na szerokości około 0,5 m i wymieszać spulchnioną mieszanki z nową.

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.

5.13. Pielęgnacja warstwy

Warstwę z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym należy w okresie 7 dni utrzymywać w stanie lekko wilgotnym przez:

- kilkukrotne skropienie wodą w ciągu dnia, lub
- przykrycie nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr, lub
- przykrycie warstwą piasku, gruntu, kruszywa lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni, lub
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera.

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

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po warstwie z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym w okresie 7 dni po wykonaniu.

5.14. Utrzymanie ulepszanego podłoża

Ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, gotową warstwę stabilizacji spoiwami hydraulicznymi do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia warstwy, spowodowane przez ten ruch.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw warstwy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mroz.

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

Warstwa stabilizowana spoiwami hydraulicznymi powinna być przykryta w na okres zimowy warstwą leżącą wyżej zgodnie z dokumentacją projektową lub powinna być zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaproponowany przez Wykonawcę i zaakceptowany przez Inżyniera.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację właściwości użytkowych, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- wykonać badania gruntu,
- opracować receptę laboratoryjną dla mieszanki gruntu z wybranym spoiwem hydraulicznym oraz przedstawić Inżynierowi wraz z wynikami badań do zatwierdzenia,

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań oraz skład mieszanki gruntowo-spoiwowej Wykonawca przedstawia Inżynierowi / Kierownikowi Projektu do 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 warstwy stabilizacji gruntu spoiwami hydraulicznymi podano w tablicy 10.

Tablica 10. Częstotliwość badań i pomiarów w czasie wykonywania warstwy stabilizacji gruntu spoiwami

Lp	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie [m ²]
Parametry mieszanki gruntu ze spoiwem określone w receptie			
1.	Uziarnienie gruntu	2	3000
2.	Wilgotność mieszanki gruntu ze spoiwem hydraulicznym	2	3000
3.	Wytrzymałość na ściskanie R ₇ i R ₂₈	1 seria (1x6 próbek)	6000
4.	Odporność na działanie wody dla mieszanek stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, w których zastosowane grunty zawierają siarczany w ilości większej niż podano w tabeli nr 1 niniejszej STWiORB	Przy projektowaniu recepty i w przypadkach wątpliwych	
5.	Mrozoodporność	Jeżeli jest wymagane, przy projektowaniu recepty i w przypadkach wątpliwych	
Badanie materiałów wsadowych			
6.	Badanie spoiwa	Badanie spoiwa w przypadkach wątpliwych oraz dla każdej dostawy należy załączyć deklarację właściwości użytkowych lub inny dokument dopuszczający spoiwo do zastosowania w budownictwie, zgodny z obowiązującymi normami	
7.	Badanie gruntu	przy każdej zasadniczej zmianie rodzaju gruntu należy badać wszystkie jego właściwości i opracować nowy skład mieszanki	
Badania w trakcie wykonywania warstwy			
8.	Jednorodność i głębokość wymieszania	2	3000
9.	Rozdrobnienie mieszanki gruntu spoistego ze spoiwem		
10.	Zagęszczenie warstwy Is lub Io = E2/E1		
11.	Wydatek spoiwa		
Badania gotowej warstwy			
12.	Moduł wtórny nośności E ₂	3 miejsca	6000

6.3.2. Badanie gruntu

Przy każdej zasadniczej zmianie rodzaju gruntu należy badać wszystkie jego właściwości i opracować nowy skład mieszanki.

6.3.3. Wilgotność mieszanki gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

Zawartość wody w mieszance należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2. Zawartość wody w mieszance gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym powinna być zgodna z receptą laboratoryjną oraz z pkt 5.6.4. niniejszej STWiORB.

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

6.3.4. Rozdrobnienie mieszanki gruntu spoistego ze spoiwem

Grunt spoisty ze spoiwem powinien być spulchniony i rozdrobniony tak, aby wskaźnik rozdrobnienia był co najmniej równy 80% (przez sito o średnicy 4 mm powinno przejść 80% mieszanki gruntu ze spoiwem). Badanie wykonać na dwóch próbkach o masie około 1 kg każda,

pobranych z dziennej działki roboczej. Próbkę przesiać przez sito o boku oczka 4 mm i oznaczyć zawartość cząstek przechodzących przez sito w %.

6.3.5. Jednorodność i głębokość wymieszania

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

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

6.3.6. Zagęszczenie warstwy

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 oznaczonego zgodnie z BN-77/8931-12 lub wskaźnika odkształcenia $I_o = E_2/E_1$ określonego wg PN-S-02205 załącznik B i badanego przed rozpoczęciem czasu wiązania spoiwa hydraulicznego.

6.3.7. Grubość warstwy

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odległości co najmniej 0,5 m od krawędzi. Grubość warstwy ulepszanego podłoża nie może różnić się od projektowanej o więcej niż $\pm 10\%$.

6.3.8. Wytrzymałość na ściskanie

6.3.8.1. Wytrzymałość na ściskanie R_c gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym (cementem, spoiwem drogowym, żużlem, popiołem lotnym)

Badanie wytrzymałości na ściskanie gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym (cementem, spoiwem drogowym, żużlem, popiołem lotnym) wg PN-EN 13286-41 na próbkach pielęgnowanych wg pkt 5.6.3. niniejszej STWiORB powinna być zgodna z tablicą 11 niniejszej STWiORB dla okresu pielęgnacji 28 dni

Tablica 11. Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym (cementem, spoiwem drogowym, żużlem, popiołem lotnym) wg PN-EN 14227-15

Rodzaj warstwy	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie R_c , po 28 dniach, MPa dla próbek walcowych		Klasa wytrzymałości
	H/D ^a = 2,0	H/D ^a = 1,0 ^b	
Warstwa ulepszanego podłoża	0,4	0,5	C _{0,4/0,5}
Warstwa ulepszanego podłoża	1,5	2,0	C _{1,5/2,0}

^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki

^b H/D = 0,8 do 1,21

6.3.8.2. Wytrzymałość na ściskanie R_c gruntu stabilizowanego wapnem

Wytrzymałość na ściskanie gruntu stabilizowanego wapnem określonej zgodnie z PN-EN 13286-41 na próbkach pielęgnowanych zgodnie z pkt 5.6.3. niniejszej STWiORB powinna być zgodna z tablicą 12 niniejszej STWiORB dla okresu pielęgnacji 28 dni

Tablica 12. Wytrzymałość na ściskanie gruntu stabilizowanego wapnem po 28 dniach kondycjonowania wg PN-EN 14227-15

Rodzaj warstwy	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie R_c , po 28 dniach, MPa dla próbek walcowych		Klasa wytrzymałości
	H/D ^a = 2,0	H/D ^a = 1,0 ^b	
Warstwa ulepszanego podłoża	0,4	0,5	C _{0,4/0,5}

6.3.9. Moduł wtórny nośności E₂

Moduł odkształcenia E₂ należy wyznaczyć dla przyrostu obciążenia od 0,15 MPa do 0,25 MPa przy zastosowaniu płyty VSS o średnicy 300 mm. Końcowe obciążenie powinno wynosić 0,35 MPa Zgodnie z PN –S-02205.

Obliczenie wyników wg wzoru:

$$E = \frac{3\Delta p}{4\Delta s} \times D$$

w którym:

E – moduł odkształcenia (MPa)

Δp – różnica nacisków (MPa)

Δs – przyrost osiadań odpowiadający tej różnicy nacisków (mm)

D – średnica płyty (mm)

Oznaczanie modułu odkształcenia podłoża przez obciążenie płytą wg PN-S-02205, załącznik B.

Podstawowym kryterium oceny przydatności gruntu oraz spoiwa do warstwy stabilizowanej jest osiągnięcie wymaganej wytrzymałości na ściskanie.

Wymagane wartości wtórnego modułu odkształcenia E₂, zgodnie z KTKNPiP:

- **warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{0,4/0,5} lub wapnem R_{c0,5}:**
 - w konstrukcjach KR3 – E₂ ≥ 50 MPa

6.3.10. Odporność na działanie wody dla mieszanek stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, w których zastosowane grunty zawierają siarczany.

Odporność na działanie wody należy wykonać podczas projektowania dla mieszanek stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, w których zastosowane grunty zawierają siarczany w ilości większej niż podano w tabeli 1 niniejszej STWiORB lub w przypadku braku możliwości określenia ilości siarczanych w gruncie. Odporność na działanie wody na próbkach pielęgnowanych wg pkt 5.6.. niniejszej STWiORB powinna być zgodna z wymogami podanymi w pkt. 5.6.2. niniejszej STWiORB.

6.3.11. Badanie spoiwa

Cement powinien spełniać wymagania podane w pkt. 2.3.1. niniejszej STWiORB.

Wapno powinno spełniać wymagania podane w pkt. 2.3.2 niniejszej STWiORB.

Hydrauliczne spoiwo drogowe powinno spełniać wymagania podane w pkt. 2.3.3. niniejszej STWiORB.

Popiół lotny powinien spełniać wymagania podane w pkt. 2.3.4. niniejszej STWiORB.

Żużel powinien spełniać wymagania podane w pkt. 2.3.5. niniejszej STWiORB.

6.4. Badania i pomiary wykonanej warstwy z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

6.4.1. Wymagania dotyczące cech geometrycznych ulepszanego podłoża

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 13.

Tablica 13. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Dopuszczalne odchyłki
1	Szerokość	10 razy na 1 km	+10 cm, -5cm: różnice od szerokości projektowanej
2	Równość podłużna mierzone 4-metrową łata	W sposób ciągły planografem lub co 20 m każdym pasie ruchu mierzone 4-metrową łata	15mm
3	Równość poprzeczna mierzone 4-metrową łata	10 razy na 1 km	15mm
4	Spadki poprzeczne *)	10 razy na 1 km	± 0,5% dopuszczalna tolerancja od dokumentacji projektowej
5	Rzędne wysokościowe i ukształtowanie osi w planie	co 10 m w osi jezdni i na jej krawędziach dla autostrad i dróg ekspresowych, co 20 m dla pozostałych dróg (na odcinkach krzywoliniowych co 10 m)	0 cm, -2 cm
6	Ukształtowanie osi w planie *)	10 razy na 1 km	Przesunięcie od osi projektowanej ± 5 cm
7	Grubość warstwy	W 2 punktach na dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 3000 m2	± 10% ± 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 ulepszanego podłoża

Wszystkie odchylenia od cech geometrycznych i innych wymagań niniejszej specyfikacji powinny być naprawione przez Wykonawcę na jego koszt zaproponowaną przez niego metodą zaakceptowaną przez Inżyniera / Kierownika Projektu.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m2 (metr kwadratowy) wykonanej:

- warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C0,4/0,5 lub wapnem Rc0,5
- o grubościach i zakresach zgodnie z p. 1.3 niniejszej specyfikacji.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” p. 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera / Kierownika Projektu, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według punktu 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” p. 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania jednostki obmiarowej (1 m²) obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- spulchnienie gruntu,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- wymieszanie gruntu rodzimego lub ulepszanego kruszywem ze spoiwem w korycie drogi,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- wykonanie połączeń działek roboczych,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,
- inne roboty i czynności składające się na kompletne wykonanie zakresu robót przewidzianych w niniejszej specyfikacji.

Wszystkie roboty powinny być wykonane według wymagań dokumentacji projektowej, ST, specyfikacji technicznej i postanowień Inżyniera / Kierownika Projektu.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- 1) PN-EN 196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.
- 2) PN-EN 196-3 Metody badania cementu. Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.
- 3) PN-EN 196-6 Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.
- 4) PN-EN 197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- 5) PN-EN 459-1 Wapno budowlane. Wymagania.
- 6) PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – domieszki do betonu – definicje i wymagania
- 7) PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- 8) PN-EN 13286-2 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określenia gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.
- 9) PN-EN 13286-41 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
- 10) PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- 11) PN-S-96011 Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych
- 12) PN-S-96012 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem
- 13) PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek - Badanie wskaźnika piaskowego
- 14) BN-8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
- 15) BN-8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi
- 16) BN-8931-12 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

- 17) PN-EN 13282-1 Hydrauliczne spoiwa drogowe -- Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe szybkowiązające - Skład, wymagania i kryteria zgodności
- 18) PN-EN 13282-2 Hydrauliczne spoiwa drogowe -- Część 2: Hydrauliczne spoiwa drogowe normalnie wiążące -- Skład, wymagania i kryteria zgodności
- 19) PN-EN 13282-3 Hydrauliczne spoiwa drogowe -- Część 3: Ocena zgodności
- 20) PN-B-04481 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu
- 21) PN-B-06714-28 Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
- 22) PN-EN 14227-15 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie
- 23) PN-EN 13286-50 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
- 24) PN-EN 14227-2 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Specyfikacje - Część 2: Mieszanki żużlowe
- 25) PN-EN 14227-4 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Specyfikacje - Część 4: Popioły lotne do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym
- 26) PN-EN 15167-1 Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie - Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności.
- 27) PN-EN 14227-10 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 10: Grunty stabilizowane cementem.
- 28) PN-EN 14227-11 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 11: Grunty stabilizowane wapnem.
- 29) PN-EN 14227-12 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 12: Grunty stabilizowane żużlem.
- 30) PN-EN 14227-13 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 13: Grunty stabilizowane hydraulicznym spoiwem drogowym.
- 31) PN-EN 14227-14 Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi Część 14: Grunty stabilizowane popiołami lotnymi.

10.2. Inne dokumenty

- 1) Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych – WT-5 2010 Wymagania techniczne (zalecone do stosowania w specyfikacji technicznej na roboty budowlane na drogach krajowych wg zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010 r.)
- 2) Dz. U. Poz. 124 Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie
- 3) Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.