D.04.05.00 WARSTWA ULEPSZONEGO PODŁOŻA I WARSTWA MROZOOCHRONNA Z GRUNTU STABILIZOWANEGO SPOIWEM HYDRAULICZNYM LUB WAPNEM

1. WSTĘP

1.1.Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża lub warstwy mrozoochronnej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem przy realizacji inwestycji z punktu 1.1. (D-M-00.00.00) „Wymagania ogólne" niniejszej specyfikacji.

1.2.Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji inwestycji z punktu 1.1 niniejszej specyfikacji.

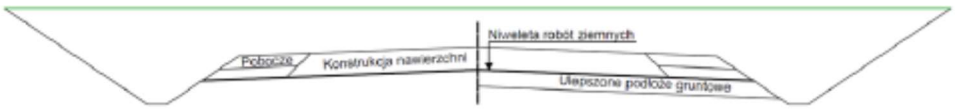
1.3.Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża lub warstwy mrozoochronnej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

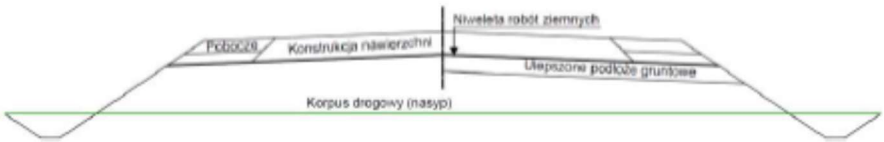
1.4.Określenia podstawowe

Grunt – materiał pochodzenia naturalnego, przemysłowego lub z recyklingu lub dowolna kombinacja tych składników.
Grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym – zagęszczona mieszanka: gruntu, spoiwa hydraulicznego i wody dobranych w optymalnych ilościach, a w razie potrzeby dodatkowych składników, która wiąże i twardnieje w wyniku reakcji hydraulicznej.
Grunt stabilizowany cementem – grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni cement.
Grunt stabilizowany hydraulicznym spoiwem drogowym – grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni hydrauliczne spoiwo drogowe.
Grunt stabilizowany granulowanym żużlem wielkopiecowym – grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni granulowany żużel wielkopiecowy.
Grunt stabilizowany popiołami lotnymi – grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym podstawowym składnikiem spoiwa jest popiół lotny, krzemionkowy lub wapienny popiół lotny.
Grunt stabilizowany wapnem – zagęszczona mieszanka: gruntu, wapna i wody dobranych w optymalnych ilościach, charakteryzującą się poprawą natychmiastową właściwości użytkowych przez np. osuszenie wilgotnych gruntów i/lub zwiększenie nośności i/lub zmniejszenie plastyczności.
Warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem – warstwa wykonana z gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu w nasypie stabilizowana spoiwami hydraulicznymi lub wapnem.
Lokalizację warstwy ulepszonego podłoża w korpusie drogowym pokazano na schematach:

a) wykop:



b) nasyp:



Pozostałe określenia podstawowo stosowane w niniejszych ST zostały podane w STB D.02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne" oraz odpowiednich Polskich Normach.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne". Poszczególne rodzaje materiałów powinny pochodzić ze źródeł zatwierdzonych przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.
Dodatkowo wymaga się: wraz z deklaracją właściwości użytkowych spoiwa hydraulicznego lub wapna, powinna być dostarczona karta charakterystyki o substancjach zawartych w wyrobie budowlanym, o których mowa odpowiednio w art. 31 lub art. 33 rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny,

udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów.
Oznakowanie wyrobu budowlanego, stanowiącego mieszaninę niebezpieczną według rozporządzenia REACH, powinno być zgodne z wymaganiami Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i mieszanin niebezpiecznych oraz niektórych mieszanin (tekst jednolity: Dz. U. z 2015 r. poz.450) i rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.

2.2. Rodzaje materiałów wchodzących w skład gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

2.2.1. Grunt

2.2.1.1. Grunty do stabilizacji wapnem

Do stabilizacji wapnem nadają się grunty spoiste zawierające minerały ilaste, które wchodzą w reakcję z dodanym wapnem. Grunty do stabilizacji wapnem powinny spełniać wymagania podane w Tabeli 1. Grunty nie powinny zawierać siarczanów ani innych substancji, które mogłyby spowodować pęcznienie, co po dodaniu wapna mogłoby spowodować pęcznienie mieszanki w stopniu przekraczającym wartość dopuszczalną podane w pkt. 5.4 niniejszych ST. Przydatność gruntów do stabilizacji wapnem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

Tabela 1. Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji wapnem

Lp.	Właściwości gruntu	Wymagania	Metoda badania
1	Wskaźnik plastyczności, % (m/m), nie mniej niż	7	PN-B-04481
2	Zawartość ziaren większych od # 40 mm, % (m/m), nie więcej niż	15	PN-B-04481
3	Zawartość części organicznych, % (m/m), nie więcej niż	10	PN-B-04481
4	Wskaźnik piaskowy, nie więcej niż	30	BN-8931-01

2.2.1.2. Grunty do stabilizacji cementem

Do wykonania stabilizacji cementem nadają się grunty spełniające wymagania podane w Tabeli 2. Przydatność gruntów do stabilizacji cementem należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

Tabela 2. Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji cementem

Lp.	Właściwości gruntu	Wymagania	Metoda badania
1	Uziarnienie ziaren przechodzących przez sito # 40 mm, % (m/m), nie mniej niż: ziaren przechodzących przez sito # 20 mm, % (m/m), powyżej ziaren przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), powyżej cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej	 100 85 50 20	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-B-04481
6	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO3, % (m/m), nie więcej niż:	1	PN-B-06714-28

Grunty niespełniające wymagań określonych w Tabeli 2 mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem, popiołami lotnymi. Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane cementem pod warunkiem użycia specjalnych maszyn lub wstępnego ulepszenia wapnem.

Do stabilizacji cementem zaleca się użycie gruntów o:

- wskaźniku piaskowym od 20 do 50,
- zawartości ziaren pozostających na sicie # 2 mm – co najmniej 30 %,
- zawartość ziaren przechodzących przez sito 0,075 mm – nie więcej niż 15 %.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego cementem. Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 5.4 niniejszych ST.

2.2.1.3. Grunty do stabilizacji popiołami lotnymi

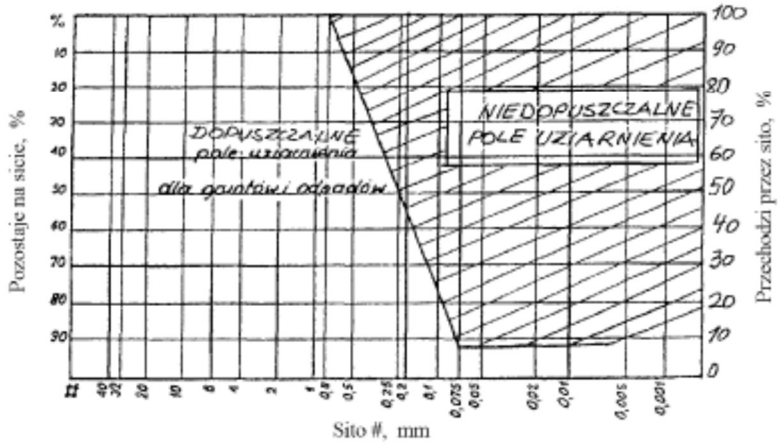
Do wykonania stabilizacji popiołami lotnymi nadają się grunty mało i średniospoiste spełniające wymagania podane w Tabeli 3. Przydatność gruntów do stabilizacji popiołami lotnymi należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

Tabela 3. Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji popiołami lotnymi

Lp.	Właściwości gruntu	Wymagania	Metoda badania
1	Uziarnienie: ziaren przechodzących przez sito # 40 mm, % (m/m) ziaren przechodzących przez sito # 20 mm, % (m/m), nie mniej niż ziaren przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), nie mniej niż cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), nie więcej niż	 100 85 50 20	PN-B-04481
2	Granica płynności, % (m/m), nie więcej niż	40	PN-B-04481
3	Wskaźnik plastyczności, % (m/m)	od 3 do 20	PN-B-04481
4	Zawartość części organicznych, % (m/m), nie więcej niż	5	PN-B-04481
5	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO_3, % (m/m), nie więcej niż	1	PN-B-06714-28

Grunty o wskaźniku plastyczności mniejszym od 3 można doziarnić gruntem spoistym lub stosować dodatki ulepszające: cement, chlorek wapniowy lub wodorotlenek sodu.
Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego popiołami lotnymi. Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji popiołami lotnymi wtedy, gdy wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 5.4 niniejszych ST.
2.2.1.4. Grunty do stabilizacji granulowanym żużlem wielkopiecowym
Do stabilizacji granulowanym żużlem wielkopiecowym nadają się grunty o właściwościach podanych w Tabeli 4 i o krzywej uziarnienia leżącej w obszarze określonym na Rysunku 1.
Przydatność gruntów do stabilizacji wielkopiecowym żużlem granulowanym należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych.
Tabela 4. Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji granulowanym żużlem wielkopiecowym

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metoda badania
1	Wskaźnik piaskowy, nie mniejszy niż:	35	BN-8931-01
2	Zawartość części organicznych, barwa cieczy nie ciemniejsza niż:	wzorcowa	PN-B-06714-26
3	Zawartość ziaren poniżej 0,075 mm, % (m/m), nie więcej niż:	8	PN-B-06714-15



Rysunek 1. Obszar uziarnienia dla gruntów i materiałów odpadowych do stabilizacji granulowanym żużlem wielkopiecowym
2.2.1.5. Grunty do stabilizacji hydraulicznym spoiwem drogowym
Właściwości użytkowe konkretnego hydraulicznego spoiwa drogowego decydują o jego przeznaczeniu do wykonania stabilizacji określonych rodzajów gruntów. Przydatność gruntów do stabilizacji hydraulicznym spoiwem drogowym należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych. Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji hydraulicznym spoiwem drogowym wtedy, gdy wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 5.4 niniejszych ST.
2.2.2. Spoiwa hydrauliczne
2.2.2.1. Cement do stabilizacji gruntu cementem powinien spełniać wymagania PN-EN 197-1.

2.2.2.2. Granulowany żużel wielkopiecowy do stabilizacji gruntu granulowanym żużlem wielkopiecowym powinien spełniać wymagania:

- PN-EN 15167-1 w przypadku stosowania granulowanego żużla wielkopiecowego mielonego,
- PN-EN 14227-2 Załącznik A w przypadku stosowania granulowanego żużla wielkopiecowego częściowo zmielonego.

2.2.2.3. Popiół lotny, krzemionkowy lub wapienny do stabilizacji gruntu popiołem lotnym powinien spełniać wymagania PN-EN 14227-4.
2.2.2.4. Hydrauliczne spoiwo drogowe do stabilizacji gruntu hydraulicznym spoiwem drogowym powinno spełniać wymagania:

- PN-EN 13282-1 w przypadku stosowania hydraulicznego spoiwa drogowego szybko wiążącego,
- PN-EN 13282-2 w przypadku stosowania hydraulicznego spoiwa drogowego normalnie wiążącego.

Hydrauliczne spoiwo drogowe do stabilizacji gruntu, które jako wyrób budowlany jest dopuszczone do stosowania na podstawie europejskiej oceny technicznej lub krajowej oceny technicznej lub aprobaty technicznej, powinno spełniać wymagania podane w dokumencie dopuszczającym.

2.2.3. Wapno

Do stabilizacji gruntu wapnem należy stosować wapno wapniowe 90 oznaczone symbolem CL90 lub wapno wapniowe 80 oznaczone symbolem CL80 spełniające wymagania PN-EN 459-1, które może być w postaci (jako produkt): wapna palonego lub wapna hydratyzowanego. Wymagania w odniesieniu do właściwości użytkowych wapna palonego, takich jak:

- reaktywność, wymagania: R4,R5 – CL90; R3,R4 – CL80,
- rozkład wielkości ziaren, wymaganie P1 lub P4.

2.2.4. Dodatki i aktywatory

Jako dodatki i aktywatory mogą być stosowane materiały, które regulują przebieg reakcji hydraulicznej i/lub poprawiają urabialność mieszanki gruntowo-spoiwowej.

2.2.5. Woda

Woda stosowana do stabilizacji gruntu i ewentualnie do pielęgnacji gruntu stabilizowanego powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne".

3.2. Sprzęt stosowany do wykonywania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania warstwy ulepszonego podłoża stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarki do wymieszania na miejscu gruntu ze spoiwem hydraulicznym lub wapnem zapewniającej głębokość mieszania minimum 25 cm,
- rozsypywarki z osłonami przeciwpylnymi i szczeliną o regulowanej szerokości otwarcia, do rozsypywania spoiwa hydraulicznego lub wapna,
- równiarki lub spycharki do spulchnienia gruntu,
- przewoźne zbiorniki na wodę, z urządzeniami do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne,
- płyty wibracyjne lub ubijaki mechaniczne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej, instrukcjach producentów lub propozycji Wykonawcy i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

4.2. Transport materiałów

Spoiwo hydrauliczne lub wapna luzem przewozi się w zbiornikach (wagonach, samochodach) w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem, zgodnie z prawem przewozowym. Woda może być dostarczana przewoźnymi zbiornikami - cysternami wody.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

5.2. Zasady wykonywania robót
Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszych ST.
Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze,
- projektowanie gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem,
- odcinek próbny,
- wykonanie warstwy ulepszonego podłoża w technologii mieszania na miejscu.

5.3. Roboty przygotowawcze
Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inżyniera/Inspektora Nadzoru:

- ustalić lokalizację robót,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,
- usunąć przeszkody utrudniające wykonanie robót,
- wprowadzić oznakowanie drogi na okres robót,
- zgromadzić materiały i sprzęt potrzebne do rozpoczęcia robót.

5.4. Projektowanie gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem
Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przedłożyć Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru, z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym, projekt składu gruntu stabilizowanego spoiwem lub wapnem wraz z wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników. Inżynier/Inspektor Nadzoru akceptuje lub odrzuca przedłożone dokumenty po ich sprawdzeniu oraz zaopiniowaniu przez Laboratorium Zamawiającego, właściwe terenowo Laboratorium Drogowe.
Projektowanie gruntu stabilizowanego spoiwem polega na ustaleniu niezbędnej zawartości spoiwa hydraulicznego lub wapna pozwalającej uzyskać podane w Tabeli 5 wymagania wobec gruntu stabilizowanego, zgodne z wymaganiami Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych 2014 oraz Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych 2014.
Tabela 5. Wymagania wobec gruntu stabilizowanego spoiwem

Lp.	Rodzaj gruntu stabilizowanego spoiwem	Klasa wytrzymałość na ściskanie R_c wg PN-EN 14227-15
1	Grunty stabilizowane cementem	$C_{0,4/0,5}$ oraz ≤ 2,0 MPa
2	Grunty stabilizowane granulowanym żużlem wielkopiecowym	$C_{0,4/0,5}$ oraz ≤ 2,0 MPa
3	Grunty stabilizowane hydraulicznym spoiwem drogowym	$C_{0,4/0,5}$ oraz ≤ 2,0 MPa
4	Grunty stabilizowane popiołem lotnym	$C_{0,4/0,5}$ oraz ≤ 2,0 MPa
5	Grunty stabilizowane wapnem	$C_{0,4/0,5}$

Badania wytrzymałości na ściskanie należy wykonać zgodnie z PN-EN 13286-41 na próbkach zagęszczonych metodą wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D=1 (H/D=0,8÷1,21). Sposób pielęgnacji próbek oraz czas określania wytrzymałości na ściskanie należy dostosować do właściwości zastosowanego spoiwa.
Pęcznienie objętościowe **Gv** gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem oznaczone wg PN-EN 13286-49 nie powinno przekraczać 5 %.
Wskaźnik nośności natychmiastowej oznaczony wg PN-EN 13286-47 gruntu stabilizowanego wapnem powinien być – kategoria IPI10.
Stopień rozdrobnienia gruntu spoistego po wymieszaniu z wapnem i/lub spoiwem hydraulicznym oznaczony wg PN-EN 13286-40 – kategoria P60.

5.5. Odcinek próbny
Przed planowanym rozpoczęciem robót, Wykonawca wykona odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia, czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem jest właściwy,
- sprawdzenie w warunkach budowy przydatność zastosowanych spoiw do ulepszenia gruntów,
- sprawdzenia dokładności rozsypywania spoiwa na jednostkę powierzchni warstwy,
- określenia grubości warstwy ulepszanego podłoża w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,

- ustalenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia,
- sprawdzenia nośności warstwy ulepszonego podłoża.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonania warstwy na budowie. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m2. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Wykonawca może przystąpić do wykonania warstwy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

5.6. Wykonanie w technologii mieszania na miejscu warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża w technologii mieszania na miejscu należy użyć specjalistycznych mieszarek wieloprzejściowych lub jednoprzejściowych. Po spulchnieniu gruntu należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu przewoźnych zbiorników zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Grunt z wodą powinien być dokładnie wymieszany. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10% jej wartości, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Spoiwo hydrauliczne lub wapno należy dodawać do rozdrobnionego gruntu w ilości ustalonej w recepcie laboratoryjnej, przy użyciu rozsypywarki ze szczeliną o regulowanej szerokości otwarcia. Grunt powinien być wymieszany w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. Po wymieszaniu gruntu ze spoiwem należy sprawdzić jego wilgotność. Jeżeli wilgotność jest mniejsza od optymalnej o więcej niż 20%, należy dodać odpowiednią ilość wody i grunt ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność gruntu przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż +10%, -10% jej wartości. Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do
wymaganych w dokumentacji projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych. Do tego celu należy użyć równiarek. Po wyprofilowaniu należy przystąpić do zagęszczania warstwy. Czas od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy niż 2 godziny. W przypadku wykonywania stabilizacji z zastosowaniem wapna palonego grunt nie może być zagęszczany bezpośrednio po wymieszaniu z wapnem, ponieważ hydratacja wapna mogłaby uszkodzić zagęszczoną warstwę. Czas, w którym należy rozpocząć zagęszczenie, powinien być określony przez laboratorium i mieścić się w granicach od 6 do 48 godzin. Przy użyciu wapna hydratyzowanego grunt może być zagęszczany bezpośrednio po wymieszaniu z wapnem.

Zagęszczanie warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem lub wapnem należy prowadzić przy użyciu walców ogumionych, a w końcowej fazie walców stalowych. Zagęszczanie ulepszonego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwać 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 warstwy na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd. Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczaniu warstwy ulepszanego podłoża 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 o odpowiednim składzie i ponowne zagęszczenie. Roboty te są wykonywane na koszt Wykonawcy.

Po wykonaniu warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem należy zabezpieczyć ją przed wyparowaniem wody. Sposoby pielęgnacji wykonanej warstwy ulepszonego podłoża zaproponowane przez Wykonawcę muszą być zaakceptowane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

Badania i pomiary dzielą się na:

– badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru,

– badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

– pobranie próbek,

– zapakowanie próbek do wysyłki,

– transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,

– przeprowadzenie badania,

– sprawozdanie z badań.

6.2. Badania i pomiary Wykonawcy - zgodnie z ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

– nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów,

– dla wykonanej warstwy być nie mniejszy niż określony zakres i częstotliwość badań i pomiarów kontrolnych określony w Tabeli 6 i 7.

Tabela 6. Minimalna częstotliwość oraz zakres badań ze strony Wykonawcy przy wykonywaniu warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

Lp.	Rodzaj badań i pomiarów	Częstotliwość badań i pomiarów	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia na jedno badanie [m²]
1	Wilgotność gruntu oraz gruntu ze spoiwem	2	600
2	Jednorodność i głębokość wymieszania oraz stopień rozdrobnienia	2	600
3	Ilość dozowanego spoiwa na 1 m² powierzchni warstwy	2	600
4	Wytrzymałość na ściskanie	1 seria próbek (min. 3 próbki) na każde 3000 m² wbudowanej warstwy, lecz nie rzadziej niż raz na dziennej działce roboczej	
5	Wskaźnik zagęszczenia	2	600
6	Nośność warstwy	3 razy na każde 2000 m²	

Tabela 7. Minimalna częstotliwość oraz zakres badań ze strony Wykonawcy dla wykonanej warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

Lp.	Cecha mierzona	Minimalna częstotliwość pomiarów
1	Grubość	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000m²
2	Szerokość	10 razy na 1 km
3	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem lub co 20 m łatą na każdym pasie ruchu
4	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
5	Spadki poprzeczne	10 razy na 1 km
6	Rzędne wysokościowe i ukształtowanie w planie	dla każdej jezdni co 25 m na odcinkach prostych i co 10 m na łukach w osi jezdni i na jej krawędziach

Dopuszczalne tolerancje wobec poszczególnych cech geometrycznych wykonanej warstwy podano w Tabeli 8.

Tabela 8. Dopuszczalne tolerancje wobec poszczególnych cech geometrycznych wykonanej warstwy

Lp.	Cecha mierzona	Tolerancja
1	Szerokość warstwy	+10 cm / - 5 cm
2	Nierówności podłużne lub poprzeczne mierzone 4-metrową łatą	15 mm
3	Spadki poprzeczne	± 0,5 %
4	Rzędne wysokościowe	- 2 cm, + 0 cm
5	Ukształtowanie osi w planie	± 5 cm
6	Grubość warstwy	± 10 %

6.3. Badania i pomiary kontrolne - zgodnie z ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe - zgodnie z ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

6.5. Badania i pomiary arbitrażowe - zgodnie z ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

6.6. Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót - zgodnie z ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty dopuszczające zastosowane wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych, zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych oraz karty charakterystyki dotyczące stosowanego spoiwa,
- wykonać badania gruntu,
- opracować receptę laboratoryjną gruntu stabilizowanego spoiwem.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań i receptę laboratoryjną gruntu stabilizowanego spoiwem Wykonawca przedkłada Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru. Inżynier/Inspektor Nadzoru zatwierdza receptę po uzyskaniu pozytywnych wyników badań i pomiarów na odcinku próbnym.

6.7. Badania w czasie robót

6.7.1. Sprawdzenie wilgotności gruntu oraz gruntu ze spoiwem

Wilgotność najpierw należy sprawdzać dla samego gruntu rozdrobnionego w celu określenia potrzebnej ilości wody, a następnie dla gruntu ze spoiwem w celu sprawdzenia prawidłowości jej zawilgocenia.

6.7.2. Sprawdzenie jednorodności i głębokości wymieszania oraz stopnia rozdrobnienia

Jednorodność wymieszania spoiwa z gruntem należy sprawdzać wzrokowo co najmniej dwa razy na dziennej działce roboczej. Głębokość przemieszania powinna być taka, aby po zagęszczeniu odpowiadała grubości warstwy zaprojektowanej, głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi warstwy ulepszonego podłoża. Stopień rozdrobnienia gruntu spoistego po wymieszaniu z wapnem lub spoiwem hydraulicznym należy sprawdzać wg PN-EN 13286-40.

6.7.3. Sprawdzenie ilości dozowanego spoiwa na 1 m2 powierzchni warstwy

Ilości dozowanego spoiwa na 1 m2 powierzchni warstwy należy sprawdzać co najmniej dwa razy na dziennej działce roboczej. Sprawdzenia należy dokonać za pomocą kontrolnego ważenia ilości dozowanego spoiwa na kontrolowanych powierzchniach podczas przejazdu rozsypywarki na działce roboczej. W załączniku 1 do niniejszych ST przedstawiono poszczególne czynności wykonywane przy pomiarze ilości dozowanego spoiwa ma 1m2 powierzchni warstwy ulepszanego podłoża. Ilość dozowanego spoiwa na 1 m2 kontrolowanego odcinka dziennej działki roboczej nie powinna być mniejsza od wartości podanej w recepcie: nie więcej niż 5 % dla średniej z pomiarów i nie więcej niż 10 % dla pojedynczego pomiaru.

6.7.4. Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie oznacza się wg PN-EN 13286-41 na próbkach walcowych H/D=1 (H/D= 8,0÷1,21) zagęszczonych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13283-50. Próbki do badań należy pobierać z miejsc losowo wybranych na warstwie przed zagęszczeniem gruntu wymieszanego z spoiwem. Próbki w liczbie min. 3 sztuki należy przechowywać zgodnie z wymaganiami dotyczącymi poszczególnych rodzajów spoiw. Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić po czasie dostosowanym do charakterystyki użytego spoiwa. Próbki należy badać po: 7 dniach (w przypadku wapna), 28 dniach (w przypadku cementu), 42 dniach (w przypadku popiołów lotnych), 90 dniach (w przypadku granulowanego żużla wielkopiecowego). Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Tabeli 5 niniejszych WWiORB w odniesieniu do określonego rodzaju spoiwa.

6.7.5. Sprawdzenie zagęszczenia warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem lub wapnem

Zagęszczenie warstwy ulepszonego podłoża należy sprawdzać co najmniej dwa razy na dziennej działce roboczej oznaczając wskaźnik zagęszczenia Is zgodnie z BN-8931-12. Badanie wskaźnika zagęszczenia Is należy przeprowadzić bezzwłocznie po zakończeniu zagęszczenia warstwy. Wskaźnik zagęszczenia Is nie powinien być mniejszy niż 1,00.

Dopuszcza się pośrednie sposoby sprawdzenia zagęszczenia warstwy ulepszonego podłoża, które również należy stosować bezzwłocznie po zakończeniu zagęszczania warstwy. Pośrednie sprawdzenie zagęszczenia warstwy może być przeprowadzone na podstawie:

- postępowania opartego na metodzie obciążenia płytą zgodnie z wymaganiami PN-S-02205, reguła orzekania zgodności z wymaganym zagęszczeniem - wskaźnik odkształcenia **Io** (**Io**= E2/E1) nie większy niż 2,2, częstotliwość badań wg Tabeli 6 Lp.5.

- badania lekką płytą dynamiczną spełniającą wymagania TP BF-StB Teil B 8.3, reguła orzekania zgodności z wymaganym zagęszczeniem i częstotliwość badań – zgodnie z ZTV E-StB 17.

6.7.6. Sprawdzenie nośności warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem lub wapnem

Nośność warstwy ulepszonego podłoża należy sprawdzać oznaczając wtórny moduł odkształcenia przez obciążenie płytą zgodnie z PN-S-02205 w trzech miejscach na dziennej działce roboczej. Badanie powinno być wykonane nie później niż po 72 godzinach od ukończenia zagęszczania warstwy ulepszonego podłoża.

Wtórny moduł odkształcenia E2 nie powinien być mniejszy niż 50 MPa w przypadku dróg o kategorii ruchu KR3-KR7. Dla dróg o kategorii ruchu KR1-KR2 wymagana wartość wtórnego modułu odkształcenia powinna być określona w dokumentacji projektowej.

Wykonawca zobowiązany jest do udostępnienia przeciwwagi do badań nośności płytą VSS podczas badań kontrolnych.

6.8. Zasady postępowania z odcinkami wadliwie wykonanymi ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem

Wszystkie powierzchnie, które wykazują większe odchylenia cech geometrycznych i innych wymagań niniejszych ST określonych w pkt. 6 powinny być naprawione przez Wykonawcę na jego koszt po przedstawieniu i zaakceptowaniu przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru programu naprawczego.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m2 (metr kwadratowy) wykonanej warstwy ulepszonego podłoża.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i ST, jeżeli wszystkie badania i pomiary z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 niniejszej ST dały wyniki pozytywne.
Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

8.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w ST), to Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze stron kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt. 6.5 niniejszego ST), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w programie tym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość lub przedstawić sposób naprawienia wady.
Na zastosowanie programu naprawczego wyraża zgodę Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający.
W przypadku braku zgody Inżyniera/Inspektora Nadzoru/Zamawiającego na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach ST zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.
Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodowują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m2 warstwy ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- 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 ze spoiwem w korycie drogi,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.
- zawiera wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem warstwy zgodnie z wymaganiami niniejszych ST.

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą OST obejmuje:
– roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,

– prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-EN 197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

2. PN-EN 459-1 Wapno Budowlane. Wymagania

3. 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

4. PN-EN 13282-1 Hydrauliczne spoiwa drogowe Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe szybko wiążące. Skład , wymagania i kryteria zgodności

5. PN-EN 13282-2 Hydrauliczne spoiwa drogowe Część 2: Hydrauliczne spoiwa drogowe normalnie wiążące. Skład , wymagania i kryteria zgodności

6. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określenia gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora

7. PN-EN 13286-41 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym

8. PN-EN 13286-47 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metody badań dla nośności, kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego

9. PN-EN 13286-48 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 48: Metoda badawcza określania stopnia rozdrobnienia

10. PN-EN 14227-2 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 2: Mieszanki żużlowe

11. PN-EN 14227-4 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 4: Popioły lotne do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym

12. PN-EN 14227-15 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie

13. PN-EN 15167-1 Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie . Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności

14. PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania

15. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów

16. PN-B-06714-15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego

17. PN-B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych

18. PN-B-06714-28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową

19. BN-8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego

20. BN-8931-12 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

21. BN-8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.

10.2. Inne dokumenty

1. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 nr 92, poz. 881 z późn. zmianami); ostatni tekst jednolity - Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 stycznia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2019 poz. 266)

2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. Nr 198, poz. 2041 z późn. zm.)

3. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych, załącznik do zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.

4. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.

5. Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, IBDiM, 2002.

6. ZTV E-StB 17 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV nr 599, 2017

7. TP BF-StB - Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau - Teil B 8.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewichtsgerät, FGSV-Nr. 591/B 8.3, 2012

8. TP BF-StB - Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau - Teil B 8.4: Kalibriervorschriften für das Leichte und das Mittelschwere Fallgewichtsgerät (PDF), FGSV-Nr. 591/B 8.4PDF, 2016

9. Soil treatment with lime and/or hydraulic binders. Application to the construction of fills and capping layers, Technical Guide, LCPC, 2004

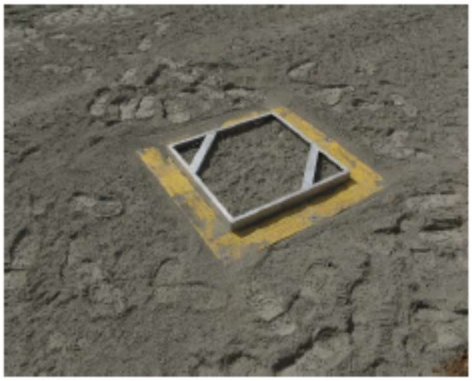
ZAŁĄCZNIK 1

Metoda pomiaru ilości spoiwa dozowanego przez rozsypywarkę w czasie robót

Zasada pomiaru – Próbki spoiwa pobiera się podczas jednego przejścia rozsypywarki. Do pomiaru należy użyć co najmniej siedem kwadratowych tacek pomiarowych. Tacki pomiarowe należy równomiernie rozmieścić na odcinku roboczym, którego szerokość odpowiada szerokości rozsypywarki. Na zdjęciach poniżej pokazano poszczególne czynności związane z wykonaniem pomiaru ilości dozowanego spoiwa, w którym wykorzystywane są kwadratowe tacki pomiarowe z brezentu o wymiarach 1 m x 1 m i kwadratowy szablon - ramka z lekkiego metalu o wymiarach: 0,71 m x 0,71 m x 0,10 m.

Rozmieszczenie tacek pomiarowych

Wymiatanie z tacki pomiarowej spoiwa znajdującego się poza szablonem



Tacka pomiarowa ze spoiwem rozłożonym na powierzchni 0,5 m^2

Ważenie tacki pomiarowej ze spoiwem

Uwaga – przy wykonywaniu pomiaru ilości dozowanego spoiwa bezwzględnie należy stosować środki ochrony osobistej wymienione w karcie charakterystyki substancji chemicznej dotyczącej stosowanego spoiwa.