



ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH W KATOWICACH

Wytyczne Techniczne

**Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszankocement)
z dodatkiem środka jonowymennego**

WTW STBC B

Wydanie 2024v.01

KATOWICE 2024

Zarządzenie nr D/1321/4Z/ 24
Dyrektora Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach
z dnia 22 stycznia 2024 r.

w sprawie
ustalenia standardów technicznych na drogach wojewódzkich

Na podstawie § 2 punkt 5 Statutu Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach zatwierdzonego Uchwałą nr VI/55/7/2023 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 27.03.2023 r. oraz § 4 punkt 4c Regulaminu Organizacyjnego Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach, wprowadzonego Zarządzeniem nr D/1321/13Z/23 Dyrektora Zarządu Dróg Wojewódzkich w Katowicach z dnia 27 lipca 2023 roku, zarządzam:

1. Ustalam standardy techniczne: *„Wytyczne Techniczne. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszkancement) z dodatkiem środka jonowymiennego. WTW STBC B.” /Wydanie 2024/,* stanowiące Załącznik do niniejszego Zarządzenia.
2. Standardy techniczne, o których mowa w punkcie 1 niniejszego Zarządzenia, obowiązują przy projektowaniu i w wykonawstwie robót dla dróg wojewódzkich, dla których zarządcą jest Zarząd Województwa Śląskiego.
3. Zobowiązuję Naczelników Wydziałów/Kierowników Zespołów/Referatów do zapoznania pracowników z treścią niniejszego Zarządzenia, zgodnie z właściwością.
4. Standardy techniczne, o których mowa w punkcie 1 niniejszego Zarządzenia, obowiązują od dnia 01 lutego 2024 r.
5. Traci moc Zarządzenie nr D/1321/15Z/23 z dnia 09 października 2023 r.
6. Zarządzenie wraz z Załącznikiem podlega opublikowaniu na stronie internetowej: www.zdw.katowice.pl.
7. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.

DYREKTOR

Zbigniew Tabor



Spis treści:

1. Wstęp	5
1.1. Przedmiot Wytycznych	5
1.2. Zakres stosowania wytycznych	5
1.3. Zakres robót objętych wytycznymi	5
1.4. Określenia podstawowe	5
1.5. Stosowane skróty i skrótowce	6
2. Materiały	7
2.1. Grunty do stabilizacji cementem ze środkiem jonowymiennym	7
2.2. Spoiwo hydrauliczne	8
2.3. Środek jonowymienny	8
2.4. Woda	9
2.5. Domieszki	9
2.6. Preparaty do pielęgnacji warstwy	9
3. Sprzęt	10
4. Transport	10
5. Wykonanie robót	10
5.1. Badania podłoża gruntowego nawierzchni w wykopie przed przystąpieniem do wykonania stabilizacji cementem	10
5.1.1. Przygotowanie podłoża w wykopie	11
5.1.2. Przygotowanie podłoża w nasypie	12
5.2. Warunki przystąpienia do robót	12
5.3. Odcinek próbny	17
6. Kontrola jakości robót	17
6.1. Badania przed przystąpieniem do robót	17
6.2. Badania w czasie robót	18
6.2.1. Częstotliwość i zakres badań	18
6.2.2. Wilgotność mieszankocementu	18
6.2.3. Uziarnienie mieszanki	19
6.2.4. Jednorodność i głębokość wymieszania	19
* przez chodnik należy rozumieć drogę dla pieszych, dla rowerów, chodnik z dopuszczeniem ruchu rowerowego	19
6.2.7. Grubość	19
6.2.8. Metoda badania nośności i wskaźnika odkształcenia	20
6.2.9. Wytrzymałość na ściskanie	20



środka jonowymiennego

6.3. Badania i pomiary wykonanej warstwy stabilizowanego podłoża.....	20
* przez chodnik należy rozumieć drogę dla pieszych, dla rowerów, chodnik z dopuszczeniem ruchu rowerowego.....	21
6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami ulepszanego podłoża	21
7. Obmiar robót	21
7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.....	21
7.1.1. Zasady określania ilości robót i materiałów.....	22
7.1.2. Urządzenia i sprzęt pomiarowy	22
7.1.3. Czas przeprowadzenia obmiaru.....	22
7.2. Jednostka obmiarowa	22
8. Odbiór robót	23
8.1. Rodzaje odbiorów robót	23
8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu.....	23
8.3. Odbiór częściowy	23
8.4. Odbiór ostateczny robót	23
8.4.1. Zasady odbioru ostatecznego robót	23
8.4.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego	24
8.5. Odbiór gwarancyjny	24
9. Podstawa płatności	25
9.1. Ustalenia ogólne.....	25
9.2. Warunki umowy i wymagania ogólne.....	25
9.3. Objazdy, przejazdy i organizacja ruchu	25
9.4. Cena jednostki obmiarowej	26
10. Przepisy związane.....	26

Spis tabel:

Tabela 2.1 Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji	7
Tabela 2.2. Wymagania wobec kruszywa lub innego gruntu na doziarnienie mieszanki stabilizowanej cementem ze środkiem jonowymiennym.....	8
Tabela 2.3. Parametry środka jonowymiennego.....	9
Tabela 5.1. Podział gruntów pod względem wysadzinowości.....	11
Tabela 5.2. Wymiary próbek do oznaczenia wytrzymałości.....	14
Tabela 5.3. Wymagania dla mieszankocementu warstwy ulepszanego podłoża (recepta)*	14
Tabela 6.1. Częstotliwość badań w czasie realizacji robót związanych z wykonaniem warstw podłoża stabilizowanego cementem.....	18



Tabela 6.2. Wymagania dotyczące zagęszczenia warstwy jej nośności oraz wytrzymałości na ściskanie..... 19

Tabela 6.3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanego ulepszanego podłoża..... 21

Tabela 6.4. Dopuszczalne tolerancje dla wymaganych cech geometrycznych ulepszanego podłoża warstwy technologicznej..... 21

ZDW KATOWICE



1. Wstęp

1.1. Przedmiot Wytycznych

Przedmiotem niniejszych Wytycznych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru warstwy ulepszanego podłoża z gruntu spoistego ewentualnie doziarnionego kruszywem lub innym gruntem w wykopie lub w nasypie stabilizowane cementem dodatkiem środka jonowymiennego. Grubości warstwy ulepszanego podłoża są zależne od kategorii ruchu oraz grupy nośności podłoża i podane są w projekcie.

1.2. Zakres stosowania wytycznych

Wytyczne stosowane są, jako dokument przetargowy i kontraktowy, przy zlecaniu i realizacji robót na drogach wojewódzkich zarządzanych przez ZDW w Katowicach oraz innych zarządców dróg w ramach porozumienia z ZDW w Katowicach.

1.3. Zakres robót objętych wytycznymi

Ustalenia zawarte w niniejszych Wytycznych mają zastosowanie przy wykonywaniu warstw ulepszanego podłoża z gruntu rodzimego stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego na drogach obciążonych ruchem od KR1 do KR6.

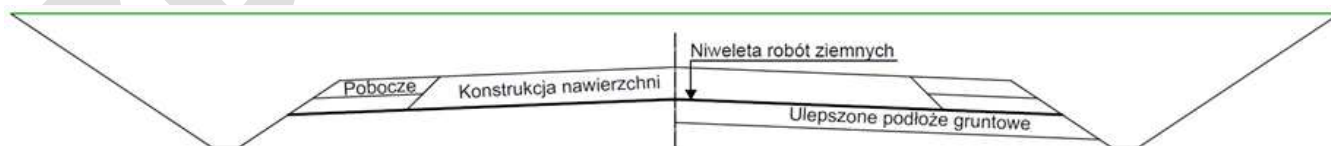
1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Podłoże gruntowe nawierzchni – strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni, której właściwości mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację nawierzchni

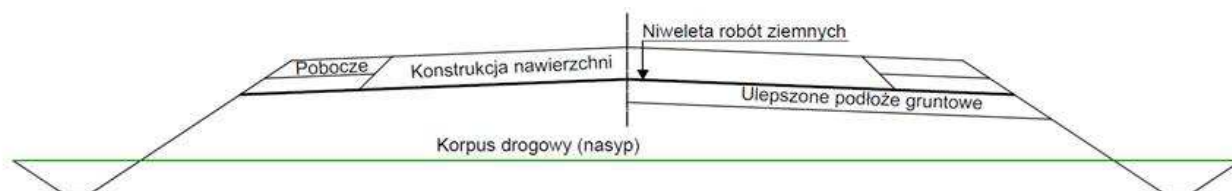
1.4.2. Grupa nośności podłoża gruntowego – klasyfikuje nośność podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków wodnych w podłożu, wysadzinowości gruntu oraz od charakterystyki korpusu drogowego. Występują cztery grupy nośności podłoża gruntowego oznaczone symbolami: G1, G2, G3 i G4.

1.4.3. Warstwa ulepszanego podłoża - stanowi górę robót ziemnych i nie jest wliczana w skład warstw konstrukcji nawierzchni. Jej zadaniem jest zwiększenie nośności gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu w nasypie w czasie budowy i w czasie eksploatacji nawierzchni.

a) wykop



b) nasyp



1.4.4. Grunt – materiał pochodzenia naturalnego, przemysłowego lub z recyklingu lub dowolna kombinacja tych składników.

1.4.5. mieszankocement - Grunt stabilizowany cementem z dodatkiem środka jonowymiennego, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu. Na doziarnienie nadają się kruszywa drobne, grube i o ciągłym uziarnieniu wg. PN-EN 12522 oraz inne grunty o odpowiednim uziarnieniu. Dla potrzeb tych WTW mieszanki te nazwano **mieszankocementem** (nawet te doziarniane kruszywem)

1.4.6. Wskaźnik smukłości - stosunek wysokości do średnicy próbki. (H/D)

1.4.7. Klasa wytrzymałości mieszankocementu na ściskanie Rc – klasa np.: C_{1.5/2.0}, C_{2.3/3.0}, C_{3.0/4.0}, C_{4.0/5.0} zgodnie z podaną w projekcie

1.4.8. Środek jonowymienny – preparat w postaci proszku, który stosowany równocześnie z czystym cementem portlandzkim, przyspiesza reakcję wiązania cementu., wspomagając wymianę jonów pomiędzy najdrobniejszymi cząstkami gruntu a cementem. Podczas twardnienia cement tworzy wiązania długokrystaliczne.

1.4.9. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi Polskimi Normami.

1.5. Stosowane skróty i skrótowce

1.5.1. WTW - Wytyczne Techniczne Wojewódzkie zgodne z systemem przepisów technicznych wg porozumienia z ZDW Katowice

1.5.2. E₂ – Wtórny moduł odkształcenia mierzony płytą VSS w [MPa]. Zakres przyrostu obciążenia od 0,15 MPa do 0,25 MPa przy zastosowaniu płyty o średnicy 300 mm. Końcowe obciążenie powinno wynosić 0,35 MPa.

1.5.3. E₁ – Pierwotny moduł odkształcenia mierzony płytą VSS w [MPa]. Zakres przyrostu obciążenia od 0,15 MPa do 0,25 MPa przy dociążeniu do wartości 0,35 MPa, przy zastosowaniu płyty o średnicy 300 mm.

1.5.4. I₀ – wskaźnik odkształcenia służący do określenia zagęszczenia warstwy.

1.5.5. E_{vd} – moduł dynamiczny mierzony płytą dynamiczną.

1.5.6. Rc28 – wytrzymałość na ściskanie, minimalna wartość dla próbek cylindrycznych o wskaźniku smukłości 1, po 28 dniach pielęgnacji [MPa].

1.5.7. Rc^z28 Wskaźnik mrozoodporności przy stabilizacji gruntów spoistych

1.5.8. Rc28^{z-o} wytrzymałość na ściskanie próbek po 28 dniach pielęgnacji i 14 cyklach zamrażania i odmrażania

1.5.9. CBR - Kalifornijski wskaźnik nośności po 4 dniach nasączenia wodą, w procentach (%).

1.5.10. ρ^{gc}_{max} - ustalona laboratoryjnie max gęstość objętościowa mieszankocementu w stanie suchym, ustalona metodą Proctora przy energii równej około 0,6MJ/m³ (0,59) stanowiąca poziom odniesienia (gęstość referencyjną) do oznaczenia zagęszczenia warstwy.



środka jonowymennego

1.5.11. ρ_{\max}^g – ustalona laboratoryjnie gęstość objętościowa mieszanki mineralnej, w stanie suchym, ustalona metodą Proctora przy energii równej około 0,6MJ/m³ (0,59).

1.5.12. - w_{opt}^g – wilgotność optymalna mieszanki mineralnej %

1.5.13. - w_{opt}^{gc} - wilgotność optymalna mieszankocementu %

1.5.14 – DWU - deklaracja właściwości użytkowych

1.5.15 – CE - oznakowanie CE

2. Materiały

2.1. Grunty do stabilizacji cementem ze środkiem jonowymennym

Do stabilizacji cementem z dodatkiem środka jonowymennego przydatne są **grunty spoiste**. Materiały te muszą spełniać wymagania tabl. 2.1 Grunt należy ew. doziarnić kruszywem lub innym gruntem, aby uzyskać krzywe zgodnie z tabl. 2.1 i uzyskać parametry mieszankocementu zgodnie z tab. 5.3. Dla kruszyw doziarniających dołączyć przypisane do nich oznakowanie CE lub B. Kruszywo takie powinno spełniać wymagania tabeli 2.2. Grunty wątpliwe i wysadzinowe zgodnie z tabl. 5.1 przydatne są do stabilizacji cementem ze środkiem jonowymennym pod warunkiem spełnienia wymagań tabl. 5.3

Klasyfikacji gruntów należy dokonać zgodnie z PN-86/B-02480.

Grunty nie spełniające wymagań mogą być ulepszone chlorkiem wapniowym, wapnem lub doziarnione.

Decydującym kryterium przydatności gruntu do stabilizacji jest uzyskana na etapie recepty wymagana wytrzymałość R_{c28} oraz wymagana mrozoodporność mieszankocementu zgodnie z tabl. 5.3.

Tabela 2.1 Wymagania wobec gruntów przeznaczonych do stabilizacji

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metoda badania
1	Uziarnienie, przechodzi przez sito #, mm, [%] 45 22,4 4 0.063	100 ≥85 ≥50 ≥20	PN-EN 933-1 PKN-CEN ISO/TS 17892-4
2	Granica płynności, nie więcej niż, [%]**	35	PN-B-04481
3	Wskaźnik plastyczności, nie więcej niż [%]**	20	PN-B-04481
4	Odczyn pH	Od 5 do 8	PN-ISO 1039.
5	Zawartość części organicznych, nie więcej niż, [%]	2,0	PN-B-04481
6	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO ₃ , nie więcej niż, [%]	1,0	PN-B-06714/28



WTW STBC B. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszankocement) z dodatkiem

środka jonowymiennego

*wartość wskaźnikowa

**** Wartości orientacyjne. Warunkiem zastosowania gruntów o wysokiej granicy płynności i wysokim wskaźniku plastyczności I_p , jest techniczna możliwość rozdrobnienia i jednorodnego wymieszania gruntu z dodatkami wiążącymi.**

Uziarnienie gruntu należy wykonać na zestawie sit [mm] 0.063, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 5.6, 8.0, 11.2, 16, 22.4 31.5, 45.

Grunty niespełniające wymagań tabeli 2.1 mogą być poddane stabilizacji po dodatkowym ulepszeniu chlorkiem wapnia, wapnem i ew. doziarnieniu.

Tabela 2.2. Wymagania wobec kruszywa lub innego gruntu na doziarnienie mieszanki stabilizowanej cementem ze środkiem jonowymiennym

Lp.	Właściwość	Wymagania wobec kruszywa lub gruntu na doziarnienie do warstwy wzmocnionego podłoża stabilizowanego cementem z dodatkiem środka jonowymiennego KR 1 do KR6
1.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	$G_{80/20}$, G_{80} , G_{A75} (dot kruszywa). Dla kruszywa i gruntu należy podać uziarnienie na sitach jak wyżej

2.2. Spoiwo hydrauliczne

Do stabilizacji mieszanek należy stosować:

- cementy spełniający wymagania PN-EN 197-1. Dopuszcza się użycie cementu CEM I 32,5 lub CEM I 42,5
- w razie potrzeby, wapno palone wg PN-EN 459-1. (głównie do osuszania gruntów spoistych), stosowane łącznie z dodatkiem oleju obciążającego cząstki, celem ograniczenia pylenia) o symbolu CL90 lub CL80 występującego pod postacią wapna palonego lub hydratyzowanego

Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do zatwierdzenia wybrany przez siebie rodzaj cementu.

2.3. Środek jonowymienny

Zastosowany środek jonowymienny powinien posiadać zdolność jonowymienną wg. Specyfikacji Producenta ≥ 4 mval/g i posiadać aktualny atest higieniczny Państwowego Zakładu Higieny (PZH) oraz opinie Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR). Dla zapewnienia ochrony środowiska i bezpieczeństwa inwentarza żywego, z Atestu Higienicznego PZH musi jednoznacznie wynikać iż zastosowany środek jonowymienny nie stanowi niebezpieczeństwa dla ludzi i inwentarza żywego w przypadku zanieczyszczenia użytecznych poziomów wodonośnych. Dodatkowo w związku z możliwością występowania gruntów o zmiennym uziarnieniu, środek jonowymienny musi spełniać wymagania umożliwiające jego zastosowanie dla gruntów o właściwościach wyszczególnionych w tablicy 2.1.

Środek jonowymienny to proszek, składający się z m.in z zeolitów oraz z zasad i pierwiastków ziem rzadkich, uzupełniony, związkami zasadowymi i innymi substancjami wiążącymi. Środek jonowymienny jest dodatkiem stosowanym w połączeniu z czystym cementem portlandzkim. Środek jonowymienny powoduje przyspieszenie reakcji wiązania cementu oraz aktywizuje proces krystalizacji przez formowanie długo - igłowych połączeń krystalicznych. Głównym składnikiem sproszkowanych minerałów jest metakaolin uzyskiwany w wyniku kalcynacji kaolinu oraz zeolity. Dodatek powoduje wytworzenie długo-igłowych struktur krystalicznych o silnych wiązaniach jonowych, wspomaga proces hydratacji cementu i przeciwdziała negatywnemu wpływowi kwasów fulwionowych i karboksylowych. Ponadto dodatek powoduje zwiększenie wytrzymałości na ściskanie, jednocześnie zapobiegając



środka jonowymiennego

powstawaniu pęknięć w stabilizowanej powierzchni, oraz wspomaga związanie substancji szkodliwych zagrażających środowisku takich jak metale ciężkie oraz związki organiczne, które mogą zostać trwale unieruchomione w nowo powstałych strukturach krystalicznych.

Tabela 2.3. Parametry środka jonowymiennego

L.p.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metoda badań według
1	Postać	-	proszek	ocena wizualna
2	Barwa	-	biało-szara	ocena wizualna
3	Gęstość w temp 20°C	Mg/m ³	0,9 – 1,1	PN-B-04481 [6]
4	Rozpuszczalność w wodzie	-	całkowicie rozpuszczalny	ocena wizualna
5	Higroskopijność – podatność na absorpcję wody z otoczenia	-	absorpcja wody	Ocena wizualna

Producent środka jonowymiennego musi przedstawić dowód (badania), że preparat poprawia właściwości mieszankocementu na określonym rodzaju gruntu w stosunku do właściwości próbek gruntocementu.

2.4. Woda

Woda do stabilizacji i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom PN-EN 1008. Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej. Stosowanie jej nie wymaga przeprowadzania badań. Woda z wątpliwych źródeł musi być przebadana, a wyniki badań parametrów mieszankocementu z taką wodą, muszą być porównywalne z wynikami badań próbek mieszankocementu na bazie wody wodociągowej.

2.5. 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. ,

2.6. Preparaty do pielęgnacji warstwy

Do pielęgnacji warstwy ulepszanego podłoża należy stosować środki i materiały pozwalające utrzymać warstwę w stanie wilgotnym:

- materiały lub środki powłokotwórcze utrzymujące wilgoć w warstwie. Środki pielęgnujące nie mogą pogarszać właściwości wykonanej warstwy.
- Środkiem pielęgnującym wykonanej warstwy może być piasek, kruszywo i woda



WTW STBC B. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszkocement) z dodatkiem

środka jonowymennego

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać oznakowanie i dokumenty wymagane w Ustawie o wyrobach budowlanych. Woda do wykonania stabilizacji powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodę wodociągową pitną.

3. Sprzęt

Wybór sprzętu do wykonania robót związanych niniejszymi WTW należy do Wykonawcy. Sprzęt musi być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru. Jakikolwiek sprzęt, maszyny lub narzędzia niegwarantujące wymagań jakościowych Robót i bezpieczeństwa zostaną przez Inspektora Nadzoru zdyskwalifikowane i nie zostaną dopuszczone do Robót.

Do wykonania stabilizacji metodą „na miejscu” należy stosować następujący sprzęt:

1. Równiarki, zrywarki lub spycharki do spulchniania gruntu
2. sprzęt do wymieszania mieszanki z cementem zapewniający głębokość mieszania minimum 25cm,
3. w miejscach trudnodostępnych – mieszarki jedno lub wielowirnikowe do wymieszania mieszanki z cementem zapewniające mieszanie na pełną głębokość,
4. rozsypywarki umożliwiające kontrolę dozowania wyposażone w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania cementu,
5. przewoźne zbiorniki na wodę, wyposażone w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
6. walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania,
7. zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.
8. Inny sprzęt typu recyklery, umożliwiający mieszanie na głębokość do 50cm.

Dopuszcza się stosowanie stabilizacji wyprodukowanej w betoniarkach stacjonarnych lub przewoźnych.

4. Transport

Transport cementu i środka jonowymennego powinien odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem. 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. Badania podłoża gruntowego nawierzchni w wykopie przed przystąpieniem do wykonania stabilizacji cementem

Ulepszone podłoże z mieszkocementu przewiduje się na odcinkach zgodnie z projektem.

Należy w pierwszej kolejności ustalić rodzaj gruntu pod kątem wysadzinowości zgodnie z tabl. 5.1.

**Tabela 5.1. Podział gruntów pod względem wysadzinowości**

Lp.	Właściwość	Grupy gruntów		
		Niewysadzinowe	Wątpliwe	Wysadzinowe
1.	Rodzaj gruntu wg PN-B-02480	Rumosz niegliniasty (KR) Żwir (Ż) Pospółka (Po) Piasek gruby (Pr) Piasek średni (Ps) Piasek drobny (Pd)	Piasek pylasty (P _n) Zwietrzelnina gliniasta (KWg) Rumosz gliniasty (KRg) Żwir gliniasty (Żg) Pospółka gliniasta (Pog)	<u>Grunty mało wysadzinowe:</u> Gлина piaszczysta zwięzła (Gpz) Gлина zwięzła (Gz) Ił (I) Ił piaszczysty (Ip) Ił pylasty (In) <u>Grunty bardzo wysadzinowe:</u> Piasek gliniasty (Pg) Pył piaszczysty (Πp) Pył (Π) Gлина piaszczysta (Gp) Gлина (G) Gлина pylasta (Gn) Ił warwowy
2.	Zawartość cząstek wg PKN-CEN ISO/TS 17892-4 [%] ≤ 0,063 mm ≤ 0,02 mm	< 15 < 3	od 15 do 30 od 3 do 10	> 30 > 10
3.	Wskaźnik piaskowy SE4 wg PN-EN 933-8 [%]	> 35	od 25 do 35	< 25

Następnie należy określić E_2 lub E_{vd} gruntu. W przypadku dróg obciążonych ruchem KR6 należy wykonać badanie laboratoryjne wartości wskaźnika nośności CBR gruntu zalegającego w strefie do 1 m poniżej spodu konstrukcji nawierzchni. Do stabilizacji cementem z dodatkiem środka jonowymennego nadają się grunty wątpliwe i wysadzinowe wg tabeli 5.1.

5.1.1. Przygotowanie podłoża w wykopie

Przygotowanie podłoża należy przeprowadzić według następujących zasad:

1. Usunąć wierzchnią warstwę humusu przykrywającą grunty mineralne.
2. W miejscach występowania gruntów organicznych lub słabonośnych (grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym, grunty zakwalifikowane do grupy nośności podłoża G4), należy przeprowadzić ich wymianę
3. Wyrównać i wstępnie zagęścić grunty rodzime lub materiał wbudowany w miejscu wymiany gruntów
4. Wykonać badania kontrolne parametrów podłoża zgodnie z p.5.1,
5. Dopuszcza się zastosowanie stabilizacji z dowozu. Grubości warstw powinny być przyjęte zgodnie ze skorygowanym projektem .



5.1.2. Przygotowanie podłoża w nasypie

Górna warstwa nasypu może być stabilizowana metodą na miejscu lub mieszankocementem z dowozu.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa z mieszankocementu nie może być wykonywana wtedy, gdy temperatura powietrza spadła poniżej 5°C oraz wtedy, gdy podłoże jest zamrożone lub podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na wystąpienie spadków temperatury poniżej +5°C w czasie najbliższych 7 dni. W przypadku wykonywania warstwy ulepszonego podłoża w okresach temperatury powietrza oscylującej w zakresie +5°C do +10°C należy liczyć na wolniejszy przyrost nośności warstwy ze względu na wolniejszy proces odparowania nadmiaru wilgoci ze stabilizowanej mieszanki gruntu i cementu.

Nie zaleca się przystępowania do robót w okresach prognozowanych obfitych opadów deszczu lub śniegu oraz silnego wiatru. Wykonawca na bieżąco powinien kontrolować prognozy pogody ze względu na niebezpieczeństwo nadmiernego zawilgocenia mieszanki gruntowo cementowej. W przypadku nieuchronności wystąpienia opadów atmosferycznych przed przystąpieniem do robót na niezagęszczoną powierzchnię, konieczne jest zawałowanie / zagęszczenie celem zabezpieczenia gruntu przed nadmierną absorpcją wilgoci. W przypadku wykonanego koryta, dodatkowo należy wykonać odpływy umożliwiające swobodny odpływ nagromadzonej wody opadowej. Po ustąpieniu opadów należy ponownie przystąpić do prac, poprzedzając je zbadaniem wilgotności naturalnej gruntu. W przypadku wystąpienia silnych podmuchów wiatru, zaleca się stosowanie specjalnych przegród na rozsypywarce spoiw uniemożliwiających rozpylanie cementu do atmosfery.

5.2.1. Opracowanie recepty laboratoryjnej

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia badań konkretnych materiałów, oraz opracowania recepty i przedstawienia jej do akceptacji Inspektora Nadzoru w terminie 30 dni przed rozpoczęciem robót.

Skład mieszanki projektuje się ze względu na wytrzymałość na ścislenie próbek zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D = 1.0 (0,8 – 1,2), lub wg PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu, w formach 80/80 mm w zależności od uziarnienia mieszanki. (Tabela 5.4). Probki należy zagęszczać tak aby zachować energię zagęszczania 0,59MJ/m³

Recepta powinna zawierać :

1	numer identyfikacyjny (identyfikacja wszystkich ponumerowanych stron),	
2	Rodzaj dokumentu odniesienia (WTW STBC, rok wydania)	
3	informacja kto opracował i autoryzował receptę	
4	Informacja o przeznaczeniu (kontrakt, budowa)	
5	Producent mieszanki/wykonawca robót	
6	Rodzaj warstwy	
7	Grubość warstwy [cm]	
8	Projektowana klasa wytrzymałości	



środka jonowymennego

9	Energia zagęszczania wg Proctora	
10	Typ spoiwa (np. cement 32,5, oznakowanie CE)	
11	Rodzaj środka jonowymennego	
12	Nazwa handlowa	
13	Atest higieniczny PZH	
14	Opinia CLOR	
15	Rodzaj innych dodatków (np. chlorek wapnia)	
16	Zestawienie załączników (uziarnienia materiałów z wyłączeniem cementu i środka jonowymennego (dla mieszanek stanowiących doziarnienie -oznakowanie CE), % udział poszczególnych składników	
17	Rodzaj gruntu z podaniem czy grunt spoisty czy sypki wraz z badaniami wyszczególnionymi w WTW	
18	Uziarnienie mieszanki na zestawie sit zestawu podstawowego + zestaw 1 zgodnie z p. 2.1	
19	Zawartość części organicznych gruntu	
20	Zawartość siarczanów w przeliczeniu na SO_3 gruntu	
21	Odczyn PH (gruntu)	
22	Granica płynności, plastyczności i wskaźnik plastyczności	
23	Max gęstość objętościowa gruntu w stanie suchym ρ_{max}^g , Mg/m^3	
24	Wilgotność optymalna gruntu w , % (Wilgotność optymalna mieszankocementu w , %)	
25	Max gęstość objętościowa mieszankocementu wg Proctora w stanie suchym ρ_{max}^{gc} , Mg/m^3 - gęstość referencyjna	
26	Optymalną ilość cementu w % w stosunku do mieszankocementu wraz z optymalizacją (min 3 wartości dodatku cementu)	
27	Optymalną ilość środka jonowymennego w % w stosunku do ilości cementu	
28	Wytrzymałość na ściskanie R_c po 7 dniach (jako wskaźnik) i po 28 dniach	
29	wskaźnik mrozoodporności R_{c28}	



środka jonowymiennego

30	procentową zawartość poszczególnych składników (grunt, kruszywo, cement, środek jonowymienny woda) w kg na m ² przy podanej grubości warstwy lub w kg na m ³ w zależności od sposobu dozowania. Cement należy obliczać w stosunku do suchego mieszankocementu. Środek jonowymienny należy obliczać w stosunku do ilości cementu.	
31	wymiary próbek H i D	

Przy wszystkich badanych parametrach należy podać numer normy wraz z aktualnym datowaniem.

Wszystkie parametry należy podawać zgodnie z symbolami podanymi w p.1

Skład mieszanek projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie oraz mrozoodporność próbek zagęszczanych metodą normalną Proctora wg PN-EN 13286-50 lub wg PN/B-04491

Wymiary próbek powinny być zgodne z podanymi w tablicy 5.2.

Tabela 5.2. Wymiary próbek do oznaczenia wytrzymałości

Lp.	Średnica próbki <i>D</i> [mm]	Wysokość próbki <i>H</i> [mm]	Maksymalny dozwolony wymiar ziarna kruszywa w próbce [mm]
1	80	80	16
2	100 ±1	120 ±1	22,4
3	150 ±1	120 ±1	45

Wytrzymałość i mrozoodporność mieszankocementu powinna spełniać wymagania określone w tablicy 5.3.

Tabela 5.3. Wymagania dla mieszankocementu warstwy ulepszanego podłoża (recepta)*

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Minimalna (maksymalna) wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą <i>R_{c28}</i> (MPa) dla	Wskaźnik mrozoodporności <i>R_c^{z28}</i>	Klasa <i>R_c</i>
		Walca o wskaźniku smukłości 0,8 do 1,2		
1	warstwy ulepszanego podłoża	2,0 (max 4,0)	0,6	<i>C_{1,5/2,0}</i>
2	warstwy ulepszanego podłoża	3,0 (max 5,0)	0,6	<i>C_{2,3/3,0}</i>
3	warstwy ulepszanego podłoża	4,0 (max 6,0)	0,7	<i>C_{3,0/4,0}</i>
4	warstwy ulepszanego podłoża	5,0 (max 7,0)	0,7	<i>C_{4,0/5,0}</i>
5	warstwy ulepszanego podłoża	6,0 (max 8,0)	0,7	<i>C_{5,0/6,0}</i>

*W receptce należy podać wartość minimalnej wytrzymałości na ściskanie po **7 dniach**. Jest to wartość wskaźnikowa pozwalająca na przyspieszenie postępu robót.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, z tolerancją nie więcej niż +20%, jej wartości. Zaprojektowany skład mieszankocementu powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości zgodnych z wymaganiami określonymi w tabeli 5.3

Przed zastosowaniem recepty należy wykonać odcinek próbny aby w warunkach rzeczywistych zweryfikować przydatność zastosowanych materiałów i sprzętu do ulepszenia podłoża.

5.2.2. Przygotowanie podłoża

Podłoże gruntowe powinno zostać przygotowane zgodnie z wytycznymi projektowymi (przełębienie, nasypy, profilowanie spadków poprzecznych i podłużnych) do rzędnej projektowej warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem jonowymiennym. Brak wstępnego profilowania na podłożu o nierównomiernych kształtach, może skutkować brakiem stałej grubości warstwy oraz nierównościami spowodowanymi nierównomiernym osiadaniem podczas procesu zagęszczania warstwy. Przy gruntach spoistych (gliniastych, pylastych, ilastych) zaleca się wcześniejsze spulchnienie gruntu, który umożliwi dokładniejsze wymieszanie mieszaniny gruntowo – cementowej z dodatkiem środka jonowymiennego. W przypadku mocno zawilgoconego gruntu niezbędne jest wstępne osuszanie przy pomocy dodatku osuszającego – wapna.

5.2.3. Rozsypanie cementu oraz środka jonowymiennego

Dozowanie należy przeprowadzić przy pomocy maszyn umożliwiających kontrolę dozowania. Podczas kalibracji urządzeń dozujących należy pamiętać o dokładnym przestrzeganiu ustalonych podczas badań laboratoryjnych proporcji poszczególnych składników.

Podczas prowadzenia robot budowlanych zaleca się aby w pierwszej kolejności rozsypać cement, zgodnie z ilościami określonymi w receptce. Następnie należy dozować dodatek jonowymienny bezpośrednio na wcześniej rozsianą warstwę cementu, bezwzględnie przestrzegając ilości podanych w receptce. W celu zabezpieczenia przed niekontrolowanym rozdmuchiwanym przez wiatr, rekomenduje się stosowanie specjalnych przeston zamontowanych na rozsypywaczu by zminimalizować wspomniane zjawisko. Grunt powinien być wymieszany z cementem i środkiem jonowymiennym w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególną uwagę należy zwrócić na jednorodność wymieszania gruntu w obrębie skrajnych pasów o szerokości od 30 do 40 cm, przyległych do prowadnic.

Czas od momentu dozowania środka jonowymiennego i pierwszego wymieszania nie powinien być dłuższy od 30 minut. W celu dokładnego wymieszania należy wykonać podwójne mieszanie mieszarkami. Czas od momentu dodania środka jonowymiennego do zakończenia zagęszczania warstwy nie może przekroczyć 2 godzin.

Po wymieszaniu składników jeżeli będzie to wymagane całość należy skropić wodą w ilości zgodnej z receptą laboratoryjną. Dopuszcza się rozsypywanie na warstwę gruntu, przygotowanej mieszanki cementu i środka jonowymiennego w proporcjach podanych w receptce. **Sposób rozsypywania cementu i dodatków, sposób zagęszczania oraz pielęgnacji warstwy, należy przedstawić Inspektorowi na piśmie do zatwierdzenia.**

5.2.4. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego cementem z dodatkiem jonowymiennym należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w WTW.

Zagęszczanie warstwy ulepszanego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

środka jonowymennego

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki nie mniejszą niż $I_s=1,00$. Badanie wskaźnika zagęszczenia I_s prowadzimy bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania a przed rozpoczęciem wiązania cementu. Wymaga się aby wskaźnik zagęszczenia oznaczany był na pełną głębokość warstwy. Alternatywna metoda określenia zagęszczenia warstwy wskaźnikiem odkształcenia I_o , badana metodą obciążeń płytowych zgodnie z p. 6.2.9 jest możliwa maksymalnie po 24 godzinach po zakończeniu zagęszczania.

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

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

5.2.5. Pielęgnacja próbek mieszkancementu do badania wytrzymałości na ściskanie

Próbki należy wykonać i zagęścić w czasie nieprzekraczającym czasu początku wiązania cementu. Rozformowanie próbek powinno nastąpić 24 godziny od ich zaformowania. Do momentu rozformowania próbki należy zabezpieczyć przed wysychaniem. Próbki należy po rozformowaniu przechowywać przez 13 dni w wilgotnym piasku zabezpieczone przed wysychaniem (lub komorze o wilgotności 95%-100%), następnie na 1 dobę należy je umieścić w wodzie na wysokość 1 cm. Ostatnie 14 dni należy próbki zanurzyć całkowicie w wodzie o temperaturze pokojowej. Wytrzymałość na ściskanie R_c mieszanki związanej cementem należy określić zgodnie z PN-EN 13286-41. Wytrzymałość na ściskanie stanowi średnia z badania 3 próbek. W przypadku gdy pojedynczy wynik badania różni się od średniej o więcej niż 20%, wartość ta powinna zostać odrzucona, a średnią należy obliczyć z dwóch pozostałych wyników.

Aby oznaczyć wytrzymałość próbek po 7 dniach należy je przechowywać przez 7 dni w wilgotnym piasku a następnie poddać ściskaniu.

5.2.6 Wskaźnik mrozoodporności R_{c28}

Próbki należy po rozformowaniu przechowywać przez 13 dni w wilgotnym piasku zabezpieczone przed wysychaniem (lub komorze o wilgotności 95%-100%), następnie na 1 dobę należy je umieścić w wodzie na wysokość 1 cm. Ostatnie 14 dni należy próbki zanurzyć całkowicie w wodzie o temperaturze pokojowej.

Próbki po 28 dniach pielęgnacji należy poddać 14 cyklom zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp. $-23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 8 godzin i odmrażania w wodzie o temp. $+18^{\circ}\text{C} \pm 2$ przez 16 godzin.

Wytrzymałość na ściskanie $R_{c^{z-o}}$ mieszkancementu po 14 cyklach mrożenia i rozmrażania należy określić zgodnie z PN-EN 13286-41. Wytrzymałość na ściskanie stanowi średnia z badania 3 próbek.

Wskaźnik mrozoodporności R_{c28} to stosunek wytrzymałości na ściskanie próbki po 28 dniach pielęgnacji i 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości próbek po 28 dniach pielęgnacji R_{28} .

5.2.7. Pielęgnacja wykonanej warstwy

Po zagęszczeniu warstwy należy zabezpieczyć ją przez co najmniej 7 dni przed wyparowaniem wody. Mogą to być powłoki, wilgotny piasek lub skrapianie wodą aby nie dopuścić do przesuszenia warstwy. Metody zabezpieczenia zostaną podane przez Wykonawcę do akceptacji Inspektora Nadzoru. Po wykonanej warstwie ulepszanego podłoża nie dopuszcza się żadnego ruchu technologicznego (przykrycie następną warstwą można traktować jak pielęgnację warstwy). Ruch technologiczny dopuszcza się za zgodą Inspektora Nadzoru po wykonanej warstwie przykrytej kolejną warstwą w ramach pielęgnacji - nie wcześniej niż 3 dni od momentu wykonania i nie wcześniej niż 7 dni od momentu wykonania po wykonanej warstwie nie przykrytej następną warstwą.



5.3. Odcinek próbny

Przed rozpoczęciem robót należy wykonać odcinek próbny w celu:

- a) określenia grubości warstwy mieszanki w stanie luźnym dla uzyskania grubości warstwy zgodnej z dokumentacją projektową po zagęszczeniu,
- b) oceny przydatności zastosowanego sprzętu do układania i zagęszczania, ustalenie ilości przejazdów itp.
- c) sprawdzenia opracowanej recepty laboratoryjnej, (ustalenie czy uzyskana wytrzymałość próbek po 7 dniach pielęgnacji pozwala na uzyskanie wymaganej w tabeli 6.2 nośności warstwy)
- d) sprawdzenia jednorodności wymieszania cementu mieszanką i zagęszczenia,
- e) Ustalenie wymaganej ilości cementu oraz środka jonowymiennego w kg na m² (przy stabilizacji metodą na miejscu)

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 Inspektorem Nadzoru. Długość odcinka próbnego powinna wynosić min. 100 mb. Wykonawca może przystąpić do wykonywania ulepszanego podłoża po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca powinien złożyć sprawozdanie z odcinka próbnego

UWAGA: Wymaga się ciągłej obecności przedstawiciela firmy dostarczającej środek jonowymienny podczas wykonywania robót budowlanych związanych z wbudowaniem. Zadaniem przedstawiciela jest pomoc Wykonawcy w dozowaniu środka jonowymiennego wraz z wymieszaniem, zagęszczeniem i pielęgnacją warstwy.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

1. uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B - dla cementu i kruszyw doziarniających, gruntów, ew. domieszek),
2. Ponieważ środek jonowymienny stanowi dodatek do mieszankocementu, nie wymaga się żadnych dokumentów prawnych a jedynie:
 - Przedstawienie przez Producenta wyników badań potwierdzających, że dodatek środka jonowymiennego pozwala uzyskać właściwości użytkowe wymagane w niniejszych WTW (wytrzymałość i mrozoodporność). Wraz ze środkiem jonowymiennym należy dostarczyć instrukcje stosowania, instrukcje obsługi oraz informacje dotyczące zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa, jakie ten wyrób stwarza podczas stosowania i użytkowania.
 - przedstawić aktualny atest higieniczny Państwowego Zakładu Higieny (PZH) i opinie Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR).
 - Przedstawić wyniki badań, że środek posiada zdolność jonowymienną zgodnie z wymaganiem p. 2.3
3. wykonać i udokumentować badania materiału przeznaczonego do stabilizacji zgodnie z p. 2.1. Uziarnienie mieszanki przeznaczonej do stabilizacji deklaruje Wykonawca zgodnie z tablicą 2.1
4. opracować receptę laboratoryjną mieszankocementu i środkiem jonowymiennym oraz przedstawić Inspektorowi Nadzoru wraz z wynikami badań do zatwierdzenia,
5. ewentualnie wykonać własne badania właściwości cementu i innych materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inspektora Nadzoru.

WTW STBC B. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszankocement) z dodatkiem środka jonowymennego



6. Przedstawić Inspektorowi Nadzoru raport z odcinka próbnego

Wszystkie w/w dokumenty oraz wyniki badań, Wykonawca przedstawia Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

6.2. Badania w czasie robót

6.2.1. Częstotliwość i zakres badań

Częstotliwość i zakres badań podano w tablicy 6.1.

Tabela 6.1. Częstotliwość badań w czasie realizacji robót związanych z wykonaniem warstw podłoża stabilizowanego cementem

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia przypada. na jedno badanie [m ²]
1	Wilgotność mieszankocementu	2	3000
2	Jednorodność i głębokość wymieszania*	2	3000
3	ilość cementu** przy stabilizacji metodą na miejscu	2	3000
4	ilość środka jonowymennego** przy stabilizacji metodą na miejscu	2	3000
5	Wytrzymałość na ściskanie (R7 i R28)	Seria 2x3 próbki/ działkę roboczą	-
6	Zagęszczenie warstwy i grubość warstwy	2	3000
7	Moduł wtórny E ₂ lub EVd	2	3000
8	Badania cementu	Dla każdej dostawy należy załączyć oznakowanie CE	

*ocena wzrokowa

** ilość rozłożonego cementu i środka jonowymennego należy oznaczać na zgodnie z załącznikiem 1

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

6.2.2. Wilgotność mieszankocementu

Zawartość wody w mieszankocemencie powinna być zgodna z podaną w receptce z tolerancjami podanymi w p. 5.2.1.



6.2.3. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki przeznaczonej do stabilizacji cementem powinno się mieścić w zadeklarowanych w receptce krzywych uziarnienia. Zmiana uziarnienia wymaga opracowania nowej recepty.

6.2.4. Jednorodność i głębokość wymieszania

Jednorodność wymieszania z cementem i środkiem jonowymiennym polega na ocenie wizualnej jednolitego zabarwienia mieszanki.

Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi ulepszanego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej z tolerancją $\pm 5\%$.

6.2.5. Ilość cementu i środka jonowymiennego na m² przy stabilizacji metodą na miejscu

Ilość rozłożonego cementu i środka jonowymiennego należy oznaczać zgodnie z załącznikiem 1 niniejszych WTW. Ilość ta powinna być zgodna z podaną w receptce tolerancją $\pm 10\%$. Ilość spoiwa należy zwiększyć podczas wiatru.

6.2.6. Zagęszczenie mieszanki, wytrzymałość i nośność

W tablicy 6.2 podano wymagania dotyczące zagęszczenia warstwy, wytrzymałości próbek na ściskanie, mrozoodporności i nośności warstwy.

Tabela 6.2. Wymagania dotyczące zagęszczenia warstwy jej nośności oraz wytrzymałości na ściskanie

	Zagęszczenie warstwy (metoda do wyboru)		Wytrzymałość na ściskanie,		Nośność warstwy (metoda do wyboru za zgodą Inspektora Nadzoru)	
	I _s , %	I _o	R _{c7} , MPa	R _{c28} , MPa	E ₂	E _{vd}
Jezdnia	≥1,00	≤2,2	Nie mniej niż w receptce	Tabl. 5.3 w zależności od klasy projektowej	≥120	≥60
Chodnik*	≥1,00	≤2,2	Nie mniej niż w receptce	Tabl. 5.3 w zależności od klasy projektowej	≥80	≥40

* przez chodnik należy rozumieć drogę dla pieszych, dla rowerów, chodnik z dopuszczeniem ruchu rowerowego

Ostatecznym kryterium odbioru warstwy ulepszanego podłoża jest spełnienie wymagań dotyczących grubości warstwy (p. 6.2.7), jej zagęszczenia, nośności i wytrzymałości na ściskanie próbek (tabl.6.2) i mrozoodporności.

6.2.7. Grubość

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



6.2.8. Metoda badania nośności i wskaźnika odkształcenia

Wskaźnik odkształcenia E_2 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.

Obliczenie wyników wg wzoru:

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

w którym:

E_2 – wtórny moduł odkształcenia (MPa),

Δp – różnica nacisków (MPa),

Δs – przyrost osiadań odpowiadający tej różnicy nacisków (mm),

D – średnica płyty (mm).

E_1 – pierwotny moduł odkształcenia wyznaczany dla przyrostu obciążenia od 0,15 MPa do 0,25 MPa

$E_2/E_1 = I_0$ - wskaźnik odkształcenia

Oznaczanie modułu odkształcenia podłoża przez obciążenie płytą należy wykonać wg PN-S-02205. Badanie należy przeprowadzać maksymalnie po 24 godzinach od zakończenia zagęszczania

6.2.9. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie określa się (wg PN-EN 13286-41) na próbkach walcowych przygotowanych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13283-50 lub lub PN-S-96012:1997. Próbki do badań w liczbie 6 sztuk należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Pomiar należy wykonać na pełną głębokość warstwy

Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach jest wartością wskaźnikową pozwalającą wcześniej przystąpić do robót na warstwie stabilizowanego podłoża.

6.2.10 Wskaźnik zagęszczenia I_s

Wskaźnik zagęszczenia I_s należy określić po zakończeniu zagęszczania warstwy a przed rozpoczęciem wiązania cementu ze środkiem jonowymiennym.

6.3. Badania i pomiary wykonanej warstwy stabilizowanego podłoża

6.3.1. Częstotliwość i zakres pomiarów wykonanej warstwy

Częstotliwość i zakres pomiarów wykonanej warstwy podaje tabela 6.3.

**Tabela 6.3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanego ulepszanego podłoża**

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów (chodnik*)	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów (Jezdnia)
1.	Grubość	1/200 mb	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²
2.	Szerokość	10 razy na 1 km	10 razy na 1 km
3.	Równość podłużna	Co 50 m łatą	w sposób ciągły planografem lub co 20 m łatą na każdym pasie ruchu
4.	Równość poprzeczna	1/100m	10 razy na 1 km
5.	Spadki poprzeczne	1/100m	10 razy na 1 km
6.	Rzędne wysokościowe i ukształtowanie w planie	dla każdej jezdni co 25 m na odcinkach prostych i co 10m na łukach w osi jezdni i na jej krawędziach	dla każdej jezdni co 25 m na odcinkach prostych i co 10m na łukach w osi jezdni i na jej krawędziach

* przez chodnik należy rozumieć drogę dla pieszych, dla rowerów, chodnik z dopuszczeniem ruchu rowerowego

6.3.2. Dopuszczalne tolerancje od wielkości wymaganych cech geometrycznych

Tabela 6.4. Dopuszczalne tolerancje dla wymaganych cech geometrycznych ulepszanego podłoża warstwy technologicznej

Lp.	Cecha mierzona	Tolerancja
1	Szerokość warstwy	+10cm / - 5cm
2	Nierówności podłużne lub poprzeczne mierzone 4-metrową łatą zgodnie z BN-68/8931-04	15mm
3	Spadki poprzeczne	±0,5%
4	Rzędne wysokościowe	-2 cm, +2 cm
5	Ukształtowanie osi w planie	±5cm
6	Grubość warstwy	±10%

6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami ulepszanego podłoża

Wszystkie powierzchnie, które wykazują większe odchylenia cech geometrycznych i innych wymagań określonych w pkt. 6., powinny być naprawione przez Wykonawcę na jego koszt, zaproponowaną przez niego metodą zaakceptowaną przez Inspektora Nadzoru.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Obmiar robót będzie określać faktyczny zakres wykonywanych robót zgodnie z dokumentacją projektową i WTW, w jednostkach ustalonych w kosztorysie.



WTW STBC B. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszkancement) z dodatkiem

środka jonowymennego

Obmiaru robót dokonuje Wykonawca po pisemnym powiadomieniu Inspektora Nadzoru o zakresie obmierzanых robót i terminie obmiaru, co najmniej na 3 dni przed tym terminem.

Wyniki obmiaru będą wpisane do książki obmiarów.

Jakiegokolwiek błąd lub przeoczenie (opuszczenie) w ilościach podanych w ślepym kosztorysie, lub gdzie indziej w WTW, nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku ukończenia wszystkich robót. Błędne dane zostaną poprawione wg pisemnej instrukcji Inspektora Nadzoru.

Obmiar gotowych robót będzie przeprowadzony z częstością wymaganą do celu miesięcznej płatności na rzecz Wykonawcy lub w innym czasie określonym w umowie lub oczekiwanym przez Wykonawcę i Inspektora Nadzoru.

7.1.1. Zasady określania ilości robót i materiałów

Długości i odległości pomiędzy wyszczególnionymi punktami skrajnymi będą obmierzone poziomo wzdłuż linii osiowej.

Jeśli WTW właściwe do danych robót nie wymagają tego inaczej, objętości będą wyliczane w m^3 , jako iloczyn długości i średniego przekroju poprzecznego warstwy. W uzasadnionych przypadkach, w których trudno jest ustalić w przedmiarze robót objętość danego elementu robót, ilości robót mają być obmierzone wagowo w tonach lub kilogramach, na podstawie udokumentowanej, w trakcie realizacji robót, ilości wbudowanej mieszanki.

7.1.2. Urządzenia i sprzęt pomiarowy

Wszystkie urządzenia i sprzęt pomiarowy, stosowany w czasie obmiaru robót będą zaakceptowane przez Inspektora Nadzoru.

Urządzenia i sprzęt pomiarowy zostaną dostarczone przez Wykonawcę. Jeżeli urządzenia te lub sprzęt wymagają badań atestujących to Wykonawca będzie posiadać ważne świadectwa legalizacji.

Wszystkie urządzenia pomiarowe będą przez Wykonawcę utrzymywane w dobrym stanie, w całym okresie trwania robót.

7.1.3. Czas przeprowadzenia obmiaru

Obmiary będą przeprowadzone przed częściowym lub ostatecznym odbiorem odcinków robót, a także w przypadku występowania dłuższej przerwy w robotach.

Obmiar robót zanikających przeprowadza się w czasie ich wykonywania.

Obmiar robót podlegających zakryciu przeprowadza się przed ich zakryciem.

Roboty pomiarowe do obmiaru oraz nieodzwonne obliczenia będą wykonane w sposób zrozumiały i jednoznaczny.

Wymiary skomplikowanych powierzchni lub objętości będą uzupełnione odpowiednimi szkicami umieszczonymi na karcie książki obmiarów. W razie braku miejsca szkice mogą być dołączone w formie oddzielnego załącznika do książki obmiarów, którego wzór zostanie uzgodniony z Inspektorem Nadzoru.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest $1 m^2$ (metr kwadratowy) wykonanej warstwy o projektowej grubości mierzonej po obrysie górnej powierzchni warstwy.



8. Odbiór robót

8.1. Rodzaje odbiorów robót

W zależności od ustaleń odpowiednich WTW, roboty podlegają następującym etapom odbioru:

- a) odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu,
- b) odbiorowi częściowemu,
- c) odbiorowi ostatecznemu,
- d) odbiorowi gwarancyjnemu.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu polega na finalnej ocenie ilości i jakości wykonywanych robót, które w dalszym procesie realizacji ulegną zakryciu.

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu będzie dokonany w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu robót.

Odbioru robót dokonuje Inspektor Nadzoru.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do dziennika budowy i jednoczesnym powiadomieniem Inspektora Nadzoru. Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie, nie później jednak niż w ciągu 3 dni od daty zgłoszenia wpisem do dziennika budowy i powiadomienia o tym fakcie Nadzór.

Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Nadzór na podstawie dokumentów zawierających komplet wyników badań laboratoryjnych i w oparciu o przeprowadzone pomiary, w konfrontacji z dokumentacją projektową, WTW oraz uprzednimi ustaleniami.

8.3. Odbiór częściowy

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Nadzór.

8.4. Odbiór ostateczny robót

8.4.1. Zasady odbioru ostatecznego robót

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości.

Całkowite zakończenie robót oraz gotowość do odbioru ostatecznego będzie stwierdzona przez Wykonawcę wpisem do dziennika budowy z bezzwłocznym powiadomieniem na piśmie o tym fakcie Nadzór.

Odbiór ostateczny robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy, licząc od dnia potwierdzenia przez Nadzór zakończenia robót i przyjęcia dokumentów, o których mowa w p. 8.4.2.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego w obecności Nadzoru i Wykonawcy. Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej i ilościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową i WTW.



WTW STBC B. Ulepszone podłoże z gruntu spoistego stabilizowanego cementem (mieszankocement) z dodatkiem

środka jonowymiennego

W toku odbioru ostatecznego robót komisja zapozna się z realizacją ustaleń przyjętych w trakcie odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu, zwłaszcza w zakresie wykonania robót uzupełniających i robót poprawkowych.

W przypadkach niewykonania wyznaczonych robót poprawkowych lub robót uzupełniających komisja przerwie swoje czynności i ustali nowy termin odbioru ostatecznego.

8.4.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego

Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru ostatecznego robót jest protokół odbioru ostatecznego całości robót objętych kontraktem, sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- a) dokumentację projektową podstawową z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeśli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- b) szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ew. uzupełniające lub zamienne),
- c) recepty i ustalenia technologiczne,
- d) dzienniki budowy i książki obmiarów (oryginały),
- e) wyniki pomiarów kontrolnych oraz badań i oznaczeń laboratoryjnych, zgodne z WTW i ew. PZJ,
- f) rozliczenie materiałów - komplet listów przewozowych dokumentujących dostarczenie wszystkich materiałów składowych zgodnych z wymaganiami niniejszych WTW oraz WTW Kruszywa, w ilości zgodnej z obmiarem i receptą oraz dostarczonych do rzeczywistego miejsca zastosowania,
- g) deklaracje zgodności wbudowanych mieszanek lub dokumenty towarzyszące dostawom zgodnie z WTW i ew. PZJ,
- h) opinię technologiczną sporządzoną na podstawie wszystkich wyników badań i pomiarów załączonych do dokumentów odbioru, wykonanych zgodnie z WTW i PZJ,
- i) rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących (np. na przełożenie linii teletechnicznej, energetycznej, gazowej, oświetlenia itp.) oraz protokoły odbioru i przekazania tych robót właścicielom urządzeń,
- j) geodezyjną inwentaryzację powykonawczą robót i sieci uzbrojenia terenu,
- k) kopię mapy zasadniczej powstałej w wyniku geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej.

W przypadku, gdy wg komisji, roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru ostatecznego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru ostatecznego robót.

Wszystkie zarządzane przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Termin wykonania robót poprawkowych wyznaczy komisja.

8.5. Odbiór gwarancyjny

Odbiór gwarancyjny polega na ocenie wykonanych robót związanych z usunięciem wad stwierdzonych przy odbiorze ostatecznym i zaistniałych w okresie gwarancyjnym.

Odbiór gwarancyjny będzie dokonany na podstawie oceny wizualnej obiektu z uwzględnieniem zasad opisanych w p. 8.4 „Odbiór ostateczny robót”.



9. Podstawa płatności

9.1. Ustalenia ogólne

Podstawą płatności jest cena jednostkowa skalkulowana przez Wykonawcę za jednostkę obmiarową ustaloną dla danej pozycji kosztorysu.

Dla pozycji kosztorysowych wycenionych ryczałtowo podstawą płatności jest wartość (kwota) podana przez Wykonawcę w danej pozycji kosztorysu.

Cena jednostkowa lub kwota ryczałtowa pozycji kosztorysowej będzie uwzględniać wszystkie czynności, wymagania i badania składające się na jej wykonanie, określone do tej roboty w WTW i w dokumentacji projektowej.

Ceny jednostkowe lub kwoty ryczałtowe robót będą obejmować:

- a) robociznę bezpośrednią wraz z towarzyszącymi kosztami,
- b) wartość zużytych materiałów wraz z kosztami zakupu, magazynowania, ewentualnych ubytków i transportu na teren budowy,
- c) wartość pracy sprzętu wraz z towarzyszącymi kosztami,
- d) koszty pośrednie, zysk kalkulacyjny i ryzyko,
- e) podatki obliczone zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Do cen jednostkowych nie należy wliczać podatku VAT.

9.2. Warunki umowy i wymagania ogólne

Koszt dostosowania się do wymagań warunków umowy i wymagań ogólnych obejmuje wszystkie warunki określone w ww. dokumentach, a nie wyszczególnione w kosztorysie.

9.3. Objazdy, przejazdy i organizacja ruchu

Koszt wybudowania objazdów/przejazdów i organizacji ruchu obejmuje:

- a) opracowanie oraz uzgodnienie z Inspektorem Nadzoru i odpowiednimi instytucjami projektu organizacji ruchu na czas trwania budowy, wraz z dostarczeniem kopii projektu Inspektorowi Nadzoru i wprowadzaniem dalszych zmian i uzgodnień wynikających z postępu robót,
- b) ustawienie tymczasowego oznakowania i oświetlenia zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa ruchu,
- c) opłaty/dzierżawy terenu,
- d) przygotowanie terenu,
- e) konstrukcję tymczasowej nawierzchni, ramp, chodników, krawężników, barier, oznakowania i drenażu,
- f) tymczasową przebudowę urządzeń obcych.
- g) Wygrozdzenie terenu robót (jeśli potrzebne)

Koszt utrzymania objazdów/przejazdów i organizacji ruchu obejmuje:

- a) oczyszczanie, przestawienie, przykrycie i usunięcie tymczasowych oznakowania pionowego, poziomego, barier i świateł,
- b) utrzymanie nawierzchni tymczasowych jezdni i chodników,
- c) utrzymanie płynności ruchu publicznego.



środka jonowymennego

Koszt likwidacji objazdów/przejazdów i organizacji ruchu obejmuje:

- a) usunięcie wbudowanych materiałów i oznakowania,
- b) doprowadzenie terenu do stanu pierwotnego.

9.4. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa wykonania 1 m² stabilizacji cementem, w szczególności zawiera:

- a) prace pomiarowe,
- b) roboty przygotowawcze,
- c) oznakowanie robót,
- d) sprawdzenie i ewentualną naprawę podłoża,
- e) dostarczenie materiałów/mieszanek i sprzętu na miejsce wbudowania,
- f) wykonanie odcinka próbnego,
- g) wykonanie warstwy stabilizacji,
- h) przeprowadzenie pomiarów, obmiarów oraz badań laboratoryjnych wytwarzanych/dostarczanych mieszanek oraz kontroli wymaganych w niniejszych WTW,
- i) utrzymanie warstwy ulepszonego podłoża w czasie robót,
- j) odwiezienie sprzętu.

10. Przepisy związane

1. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr. 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014r.
2. PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badania wskaźnika piaskowego.
3. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
4. PN-EN 196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości
5. PN-EN 197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
6. PN-EN 459-1 Wapno budowlane. 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 12272-1 Powierzchniowe utrwalaanie. Metody badań. Część 1. Dozowanie i poprzeczny rozkład lepiszcza i kruszywa
9. PN-EN 13286-2 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określenia gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.
10. PN-EN 13286-41 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
11. PN-EN 13286-47 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metody badań dla określenia nośności, kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego.
12. PN-EN 13286-50 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
13. PN-EN 14227-1 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje.. Część 1. Mieszanki związane cementem



środka jonowymennego

14. PN-EN 14227-15 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 15. Grunty stabilizowane hydraulicznie
15. PN-ISO 10390 Jakość gleby. Oznaczanie PH
16. PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane. Specyfikacje
17. PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
18. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
19. BN-77/8931-12 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
20. PKN-CEN ISO/TS 17892-4 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów - Część 4: Badanie uziarnienia gruntów
21. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1. Oznaczanie składu ziarnowego
22. PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
- 23.** PN-78/B-06714/28. Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości związków siarki met. bromową
24. PN-ISO 10390. Jakość gleby. Oznaczanie pH

KONIEC



Załącznik 1. Metoda pomiaru ilości cementu lub środka jonowymennego, dozowanego przez rozsypywarkę w czasie robót

Zasada pomiaru:

Próbki cementu pobiera się podczas jednego przejścia rozsypywarki. Do pomiaru należy użyć co najmniej siedem tacek pomiarowych. Tacki pomiarowe należy zważyć, wagi zapisać i równomiernie rozmieścić na odcinku roboczym, którego szerokość odpowiada szerokości rozsypywarki.

Tacki pomiarowe wykonane powinny być z brezentu o wymiarach 1 m x 1 m. Kwadratowy szablon -ramka z lekkiego metalu p wymiarach 0,71 m x 0,71 m x 0,10m. Po rozsypaniu cementu, na tackę brezentową należy ustawić szablon. Cement poza szablonem należy wymieść pędzlem lub zmiotką z brezentu a brezent z pozostałym na nim cementem zważyć. Od wagi cementu z brezentem odjąć wagę brezentu. Uzyskaną wartość cementu w kg przeliczyć na m². Wynik stanowi wartość średnia z wszystkich pomiarów.

Dopuszcza się inne metody oznaczenia ilości rozsypanego spoiwa. Metodę musi zatwierdzić Inspektor Nadzoru.

Dopuszcza się obliczanie ilości cementu w kg/m² na podstawie zużycia cementu na działkę roboczą. Wykonawca ma obowiązek okazać dokumenty świadczące o ilości zużytego cementu.