

D.04.05.01 ULEPSZONE PODŁOŻE I PODBUDOWA Z MIESZANKI ZWIĄZANEJ CEMENTEM

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST)

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z **wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża oraz podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem w ramach:**

Budowy Intermodalnego Węzła Komunikacyjnego w Białymstoku w zakresie ulic Bohaterów Monte Cassino, Łomżyńskiej i Mikołaja Kopernika wraz z infrastrukturą techniczną.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i umowny przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w n/n Szczegółowej Specyfikacji Technicznej dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem **ulepszenia podłoża oraz podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem i obejmują:**

- wykonanie warstwy ulepszanego podłoża z mieszanki związanej cementem - C 1,5/2,0 grub. 10 cm (pod rampy na przejściach dla pieszych, chodniki z płytek, chodniki z kostki brukowej betonowej),
- wykonanie warstwy ulepszanego podłoża z mieszanki związanej cementem - C 1,5/2,0 grub. 15 cm (pod jazdy i ścieżkę rowerową)
- wykonanie podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem - C 5/6 grub. 15 cm (pod konstrukcję nawierzchni jezdni na podłożu G2-G4)

Dokładna lokalizacja wg Dokumentacji Projektowej.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym - mieszanka kruszywa naturalnego, cementu i wody, a w razie potrzeby również innych dodatków, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu. Dodatki powinny być zgodne z PN lub aprobatą techniczną IBDiM.

1.4.2. Mieszanka związana cementem (CBGM) - mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, wody i cementu, wymieszana w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

1.4.3. Mieszanka związana żużlem - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, z jednego lub więcej rodzajów żużla i wody, twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej lub/i karbonatyzacji. Twardnienie może być przyspieszone poprzez dodanie aktywatora.

1.4.4. Żużel wielkopiecowy chłodzony powietrzem - kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanych krzemianów oraz glinokrzemianów wapnia i magnezu uzyskanych przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla wielkopiecowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żużel wielkopiecowy twardnieje dzięki reakcji hydraulicznej lub karbonatyzacji.

- 1.4.5.** Żużel stalowniczy chłodzony powietrzem - kruszywo składające się głównie ze skryształowanego krzemianu wapnia i ferrytuzawierającego CaO, SiO₂, MgO oraz tlenek żelaza. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody.
- 1.4.6.** Granulowany żużel wielkopiecowy - szklisty, piaszczysty materiał składający się głównie z CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, otrzymywany zwykle przez gwałtowne schłodzenie wodą ciekłego żużla wielkopiecowego. Granulowany żużel wielkopiecowy twardnieje reakcją hydrauliczną. Paletyzowany i suchy granulowany żużel wielkopiecowy mogą mieć zbliżone właściwości hydrauliczne.
- 1.4.7.** Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony - granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony w celu zwiększenia proporcji ziaren mniejszych od 0,063 mm. Powoduje to wzrost szybkości twardnienia i wytrzymałości mieszanki.
- 1.4.8.** Mielony granulowany żużel wielkopiecowy - granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony w celu zwiększenia proporcji ziaren mniejszych od 0,063 mm.
- 1.4.9.** Mieszanka z popiołem lotnym - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, popiołu lotnego wapiennego lub krzemionkowego i wody, twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej.
- 1.4.10.** Popiół lotny - drobny proszek powstały w wyniku spalania w elektrowniach elektrycznych pyłu węglowego lub lignitu, uzyskany w trakcie mechanicznego lub elektrostatycznego procesu wytrącania.
- 1.4.11.** Krzemionkowy popiół lotny - popiół lotny, w którym podstawowymi składnikami chemicznymi są krzemiany, gliniany i tlenki żelaza wyrażone jako SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, charakteryzujące się właściwościami hydraulicznymi i pucolanowymi. Popiół lotny krzemionkowy może być składowany, dostarczany i używany zarówno w warunkach mokrych jak i suchych.
- 1.4.12.** Wskaźnik smukłości - stosunek wysokości do średnicy próbki
- 1.4.13.** Szczelność - stosunek objętości ziaren do objętości mieszanki zawierającej ziarna i wolne przestrzenie pomiędzy nimi. Szczelność oblicza się ze stosunku maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki (wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki (wg PN-EN 1097-6 załącznik A)
- 1.4.14.** Kategoria - charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym, wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości. Właściwości oznaczone symbolem kategorii NR oznaczają, że nie jest wymagane badanie tej cechy.
- 1.4.15.** Partia - wielkość produkcji, wielkość dostawy, dostawa dzielona lub hałda, która została wyprodukowana w okresie występowania jednakowych warunków. Przy ciągłym procesie produkcyjnym jako partię należy przyjmować ilość wyprodukowaną w ustalonym czasie.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami Inspektora Nadzoru.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

2. MATERIAŁY

2.1. Wymagania ogólne dotyczące materiałów

Wymagania ogólne dotyczące materiałów podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Wyrobami budowlanymi i materiałami stosowanymi przy wykonaniu warstwy ulepszonego podłoża i warstwy pomocniczej podbudowy z mieszanki związanej cementem według zasad niniejszej specyfikacji są:

2.2. Cement

Do stabilizacji należy stosować cement portlandzki lub portlandzki z dodatkami, klasy 32,5 wg PN-EN 197-1.

Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg. PN-EN 197-1

Lp.	Właściwości	Klasa cementu 32,5
1.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż: - cement portlandzki - cement hutniczy - cement portlandzki z dodatkami	16 16 16
2.	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5
3.	Czas wiązania: - początek wiązania, najwcześniej po upływie, min.	75
4.	Stałość objętości, mm, nie więcej niż:	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z WT-5.

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inspektora Nadzoru tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

2.3. Kruszywa

Kruszywa do wytworzenia mieszanki związanej cementem oraz mieszanki związanej cementem powinny być zgodne z wymaganiami WT-5.

Do stabilizacji cementem należy stosować kruszywa naturalne (piaski, mieszanki i żwiry) albo mieszanek tych kruszyw o ciągłym uziarnieniu spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami określonymi w pkt. 6.3.6.

Tablica 2. Wymagania wobec kruszyw do warstw podbudowy i podłoża ulepszonego z mieszanek związanych cementem

5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2	LA ₆₀	LA ₅₀	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	M _{DE} NR	M _{DE} NR	Tabl.11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7,8 lub 9	Deklarowana	Deklarowana	

5.3	5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 10976:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana		9
5.3						11
5.4	6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- kruszywo kam.: AS02 - żużel kawałkowy wielkopieczowy: AS1,0	- kruszywo kam.: AS02 - żużel kawałkowy wielkopieczowy: AS1,0	Tabl. 12	
	6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- kruszywo kam.: SNR; - żużel kawałkowy wielkopieczowy: S2	- kruszywo kam.: SR; - żużel kawałkowy wielkopieczowy: S2	Tabl. 13	
	6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	Deklarowana	Deklarowana		
	6.4.2.1	Stołość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3	V ₅	V ₅	Tabl. 14	
	6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu		
	6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu		
	6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów			
	6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło, i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy			
	7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SB _{LA}	SB _{LA}		
	7.3.2	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, (jeżeli kruszywo nie spełni warunku WA ₂₄₂ , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 1.)	WA ₂₄₂	WA ₂₄₂	Tabl. 16	
	7.3.3	Mrozoodporność nadfrakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA ₂₄₂)	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25 ***)	F4	Tabl. 18	
	Załącznik C, pkt. C.3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	deklarowany		
	Załącznik C, pkt. C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy zbadać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów.			

- *) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości
- **) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg pkt 1.2.3.1 WT-5
- ***) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

2.4. Woda

Woda stosowana do wykonania mieszanki związanej cementem i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, odpowiadająca wymaganiom normy PN-EN 1008.

Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną.

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania ogólne dotyczące sprzętu

Wymagania ogólne dotyczące sprzętu podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Do wykonania warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem należy stosować:

- wytwórnię stacjonarną do produkcji mieszanki kruszywowo-cementowej,
- samochody samowyładowcze do transportu mieszanki,
- małe walce ogumione i wibracyjne,
- ubijaki mechaniczne, płyty wibracyjne do stosowania w miejscach trudnodostępnych dla innego sprzętu,
- inny, drobny sprzęt pomocniczy.

Sprzęt powinien być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

Wydajność sprzętu powinna być dostosowana do warunków technologicznych dotyczących czasu mieszania i zagęszczania.

3.2.1 Wytwórnia betonu

Betoniarnia nie może zakłócać warunków ochrony środowiska tj. powodować zapylenie terenu, zanieczyszczać wód, powodować hałas powyżej dopuszczalnych norm. Wydajność betoniarni musi zapewnić zapotrzebowanie dla budowy. Betoniarnia musi posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytworzonej mieszanki. Minimalna pojemność zasypowa betoniarki - 1000 l (dm³). Dozowanie wagowe kruszywa i cementu z dokładnością 3 %. Dozowanie wody objętościowe przy pomocy objętościomierza przepływowego.

3.2.2 Układanie warstwy mieszanki związanej cementem wykonywane będzie równiarką lub układarką do mieszanki betonowej, a na małych powierzchniach ręcznie.

3.2.3. Sprzęt do zagęszczania warstwy

- walec ogumiony średni lub ciężki o regulowanym ciśnieniu w oponach
- walec gładki stalowy wibracyjny dwuwalec
- płyta wibracyjna ciężka lub lekka

Wybór urządzeń do zagęszczania pozostawia się Wykonawcy w zależności od jego możliwości i warunków terenowych, szerokości zagęszczanej warstwy.

Użyty przez Wykonawcę sprzęt mechaniczny do wykonywania warstwy z mieszanki związanej cementem musi być sprawny technicznie i uzyskać akceptację Inspektora Nadzoru.

4. TRANSPORT

4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu

Wymagania ogólne dotyczące transportu podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów do wykonania ulepszonego podłoża

Transport materiałów i mieszanki związanej cementem powinien odbywać się w sposób przeciwdziałający ich zanieczyszczeniu i niekorzystnemu wpływowi warunków atmosferycznych.

Mieszanka kruszywowo-cementowa powinna być transportowana w sposób zabezpieczający przed rozsegregowaniem i wysuszeniem lub nadmiernym zawilgoceniem.

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Zasady ogólne wykonywania robót

Zasady ogólne wykonywania robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót, uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będzie wykonywane podłoże ulepszone i warstwa podbudowy z mieszanki związanej cementem.

5.2. Projektowanie mieszanki kruszywa związanego cementem

5.2.1. Skład mieszanki kruszywa związanego cementem

Za przygotowanie receptury odpowiada Wykonawca, który przedstawi ją Inspektorowi Nadzoru do zatwierdzenia. Receptura powinna być opracowana dla konkretnych składników, zaakceptowanych wcześniej przez Inspektora Nadzoru do wbudowania i przy wykorzystaniu reprezentatywnych próbek.

Receptura powinna zostać opracowana w oparciu o następujące źródła:

- wytyczne niniejszej Specyfikacji
- WT-5
- założenia ujęte w PZJ.

Skład mieszanki projektuje się ze względu na wytrzymałość na ścislenie próbek (System I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych $H/D = 1$.

Minimalna zawartość cementu wg PN-EN 14227-1:

- maksymalny nominalny wymiar kruszywa od 8 do 31,5 mm - 3 %
- maksymalny nominalny wymiar kruszywa od 2 do 8 mm - 4 %

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiada wilgotności optymalnej określonej według normalnej próby Proctora z tolerancją +10%, -20% jej wartości. Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2.

Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe przy jak najmniejszej zawartości cementu.

5.2.2. Projektowanie składu mieszanki związanej cementem

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca powinien dostarczyć Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt składu mieszanki. Wraz z projektem Wykonawca powinien dostarczyć próbki kruszywa, cementu, pobrane w obecności Inspektora Nadzoru.

Projekt składu mieszanki powinien być opracowany w oparciu o:

- a) wyniki badań kruszywa przeznaczonego do stabilizacji według zakresu podanego w n/n SST,
- b) wyniki badań cementu,

- c) wyniki badań wytrzymałości kruszywa stabilizowanego cementem wg. metod podanych w WT-5 oraz wymagań n/n SST,
 oraz zawierać:
 d) wymaganą zawartość cementu w mieszance,
 e) wymaganą zawartość wody w mieszance odpowiadającą wilgotności optymalnej mieszanki kruszywa z cementem,
 f) w przypadkach wątpliwych - wyniki badania jakości wody według normy PN-EN 1008.

Mieszanka związana cementem do warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej powinna odpowiadać wymaganiom przedstawionym w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania wobec mieszanki związanej cementem do warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej

Lp.	Właściwość	Wymagania	Uwagi
1.0	Składniki		
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1 i pkt 2.2 n/n SST	
1.2	Kruszywo	Tablica 2 n/n SST	
1.3	Woda zarobowa	Wg PN-EN 1008	
1.4	Dodatki	wg Aprobaty Technicznej	
2.0	Mieszanka		
2.1	Uziarnienie	krzywe graniczne uziarnienia:	
	mieszanka CBGM 0/31,5 mm	Krzywa uziarnienia wg rys 1.1 WT-2 przechodzi przez oczko sita, % m/m #31,5 85-100 #22,4 70-100 # 16 57-^88 #11,2 46-80 #4 26- 61 #2 18- 50 #1 12-40 #0,5 8- 30 #0,063 3-11	
	mieszanka CBGM 0/22,4 mm	Krzywa uziarnienia wg rys 1.2 WT-2 przechodzi przez oczko sita, % m/m #31,5 100 #22,4 85-100 # 16 72-^95 #11,2 59-89 #4 32- 66 #2 23- 54 #1 17-43 #0,5 11- 31 #0,063 3,5-11	
	mieszanka CBGM 0/16 mm	Krzywa uziarnienia wg rys 1.3 WT-2 przechodzi przez oczko sita, % m/m #22,4 100 # 16 85-^100 #11,2 72-98 #4 38- 71 #2 26- 56 #1 19- 44 #0,5 13- 32 #0,063 4,5-11	
2.2	Minimalna zawartość cementu	3 %, m/m	
2.3	Zawartość wody	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
2.4	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości Rc, wg tablicy 1.2 w WT-5	Ulepszone podłoże - klasa C 1,5/2,0 Ulepszone podłoże - klasa C 3,0/4,0 Podbudowa pomocnicza - klasa C 5/6 (nie więcej niż 10 MPa)	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji
2.5	Mrozoodporność	Podbudowa pomocnicza - $\geq 0,6$	Badanie wg p. 1.2.8 WT-5

Krzywa uziarnienia mieszanki związanej na warstwę ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi z WT-5.

5.2.2 Warunki prowadzenia produkcji mieszanki

Mieszanka związana cementem może być produkowana przy temperaturze otoczenia powyżej $+5^{\circ}\text{C}$ od 1 kwietnia do 30 października. Ewentualne rozszerzenie tego okresu może nastąpić po wyrażeniu zgody przez Inspektora Nadzoru, w przypadku stwierdzenia dobrych warunków pogodowych, tj. temperatury powyżej $+5^{\circ}\text{C}$, nie występowania przymrozków oraz opadów atmosferycznych.

Produkcja może się odbywać wyłącznie na podstawie recepty laboratoryjnej zatwierdzonej przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca musi posiadać na budowie własne laboratorium lub też za zgodą Inspektora Nadzoru zlecić nadzór niezależnemu laboratorium.

Inspektor Nadzoru będzie dysponował własnym laboratorium lub też będzie korzystał z laboratorium Wykonawcy, uczestnicząc w badaniach.

5.2.3 Produkcja mieszanki

Mieszanka może zostać rozpoczęta na wniosek Wykonawcy po wyrażeniu zgody przez Inspektora Nadzoru. Roboczy skład mieszanki przygotowuje Wykonawca, opracowując go na bazie receptury laboratoryjnej. Służy ona do zaprogramowania lub nastawienia naważania kruszywa oraz cementu i wody. Skład mieszanki należy umieścić na tablicy w widocznym miejscu dla operatora i Inspektora Nadzoru. Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie, w zależności od składu i wymagalnej wilgotności optymalnej mieszanki oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

Producent mieszanki mineralnej musi prowadzić zakładową kontrolę produkcji opisaną w WT-5, aby zapewnić, że wyrób spełnia wymagania niniejszej ST.

5.2.4 Transport mieszanki

Transport mieszanki na miejsce wbudowania odbywać się będzie samochodami samowyładowczymi o dużej pojemności, tj. min. 10 ton.

5.3. Wbudowanie mieszanki

5.3.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże gruntowe należy oczyścić z wszelkich zanieczyszczeń oraz sprawdzić jego cechy geometryczne i zagęszczenie. Wszelkie koleiny i powierzchnie nieodpowiednio zagęszczone lub wykazujące odchylenia cech geometrycznych powinny być naprawione.

5.3.2. Warunki atmosferyczne

Podbudowa z kruszywa stabilizowanego cementem nie może być wykonywana przy temperaturze otoczenia poniżej $+5^{\circ}\text{C}$, przy zamrzniętym podłożu i podczas opadów deszczu.

5.3.3. Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki mieszanki powinny być dozowane w ilości określonej w recepcie laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją $+10\%$ i -20% jej wartości.

Wbudowanie mieszanki

Przed ułożeniem mieszanki podłoże należy zwilżyć wodą.

Grubość układanej mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych.

Złącza poprzeczne wynikające z początku lub końca dziennej działki roboczej należy wykonać poprzez równe pionowe odcięcie.

Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

5.3.4. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej związanej cementem należy prowadzić przy użyciu małych walców gładkich, wibracyjnych, płyt wibracyjnych w zależności od szerokości ulepszanego podłoża lub szerokości warstwy podbudowy. Stosując do zagęszczania walce wibracyjne, początkowe przejścia walców należy wykonywać bez uruchamiania wibratorów.

W miejscach niedostępnych dla walców warstwa kruszywa powinna być zagęszczana zagęszczarkami płytowymi lub ubijakami mechanicznymi, zaakceptowanymi przez Inspektora Nadzoru.

Wilgotność mieszanki kruszywa z cementem podczas zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora zgodnie z PN-B-04481 [20].

Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady powinny być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki. Przerwy w zagęszczaniu nie mogą być dłuższe niż 30 min.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia (I_s) mieszanki nie mniejszego od 1,0 wg normalnej próby Proctora zgodnie z normą PN-B-04481 [20].

Zagęszczenie mieszanki należy sprawdzać według normy BN-77/8931-12 [17].

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie 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.

5.4. Spoiny robocze

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

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

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

5.5. Pielęgnacja warstwy mieszanki związanej cementem

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą, co najmniej 7 dni,
- przykrycie warstwą piasku lub włókniny i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inspektora Nadzoru.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni pielęgnacji, a po tym czasie ewentualny ruch budowlany może odbywać się wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru.

5.6. Utrzymanie ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej

Ulepszone podłoże i podbudowa pomocnicza po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inspektora Nadzoru, gotowe ulepszone podłoże lub podbudowę pomocniczą do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania ulepszanego podłoża obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej uszkodzonego wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz.

Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia ulepszanego podłoża lub podbudowy pomocniczej.

Warstwa ulepszanego podłoża i podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej cementem powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

5.7. Wytwarzanie mieszanki

Kruszywo o różnym uziarnieniu lub pochodzeniu należy składować oddzielnie według wymiaru i chronić przed zanieczyszczeniem.

Dozowanie składników mieszanki powinno być zautomatyzowane i zgodne z receptą roboczą, a urządzenia do dozowania składników powinny być okresowo sprawdzane. Kruszywo o różnym uziarnieniu lub pochodzeniu należy dodawać odmierzone oddzielnie.

Wytwarzanie mieszanki będzie się odbywać w oparciu o receptę laboratoryjną zatwierdzoną przez Inspektora Nadzoru.

5.8. Kontrola produkcji

5.8.1 Księga jakości

Producent powinien ustalić i na bieżąco aktualizować politykę i procedury dotyczące kontroli produkcji w księdze jakości, która powinna zawierać:

- strukturę organizacyjną producenta odnoszącą się do jakości,
- kontrolę składników i mieszanek,
- kontrolę procesu produkcyjnego, wzorcowania i konserwacji,
- wymagania dotyczące transportu i magazynowania mieszanek, jeżeli to istotne,
- sprawdzenie, wzorcowanie i kontrolę sprzętu pomiarowego używanego w procesie produkcyjnym i sprzętu badawczego w laboratorium,
- procedury postępowania z mieszankami niezgodnymi.

5.8.2 Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji

Mieszanka powinna być kontrolowana na wytwórni mieszanek związanych w zakresie uziarnienia. Uziarnienie mieszanki należy kontrolować uwzględniając uziarnienie kruszywa i zawartość spoiwa.

Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej od mieszanki zaprojektowanej przedstawia tablica 4.

Tablica 4 Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki

Sito mm	Dopuszczalne tolerancje % m/m
------------	----------------------------------

D	±5
D/2	±20
0,063	±4

5.8.3 Oznaczenie, opis i oznakowanie – mieszanki związane cementem

Mieszanki związane cementem powinny być zidentyfikowane co najmniej przez następujące dane:

- powołanie na normę PN-EN 14227-1
- pochodzenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- rodzaj i maksymalny wymiar ziaren kruszywa,
- klasa wytrzymałości na ściskanie (wg systemu I)
- metoda formowania próbek i sposób pielęgnacji próbek,
- zawartość cementu w mieszance,
- zawartość wody w mieszance,
- gęstość mieszanki wg recepty.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Zasady ogólne kontroli jakości robót

Zasady ogólne kontroli jakości robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania niezbędne do opracowania projektu składu mieszanki przeznaczonej do stabilizacji, w zakresie i w czasie określonym w pkt. 5.2.

6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość i zakres badań kontrolnych w czasie robót przy wykonywaniu ulepszanego podłoża i podbudowy z mieszanki związanej cementem podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość badań przy budowie ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej z kruszywa związanego cementem

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna ilość badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie [m ²]
1.	Uziarnienie kruszywa	2	600
2.	Wilgotność mieszanki kruszywa z cementem		
3.	Zagęszczenie warstwy		
4.	Grubość ulepszanego podłoża	3	400
5.	Wytrzymałość na ściskanie 7 i 28-dniowe	6	400
6.	Mrozoodporność	Przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych	
7.	Badanie cementu	Przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej dostawie	
8.	Badanie wody	Dla każdego wątpliwego źródła	
9.	Szczegółowe badania kruszywa	Dla każdej partii do 1500 t i przy każdej zmianie rodzaju kruszywa	

6.3.1. Badania cementu

Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien określić czas wiązania, stałość objętości i wytrzymałość 28-dniową cementu. W przypadku stosowania cementów marki 32,5 dopuszcza się ocenę wytrzymałości na podstawie badania wytrzymałości 3-dniowej. Właściwości te powinny spełniać wymagania podane w normie PN-EN 197-1.

6.3.2. *Badania kruszywa*

Przy każdej zmianie rodzaju kruszywa należy badać wszystkie jego właściwości określone odpowiednio w tablicy 2 i opracować nowy skład mieszanki cementowo-kruszywowej.

Uziarnienie kruszywa należy badać w czasie robót z częstotliwością określoną w tablicy 4.

6.3.3. *Badanie wody*

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody według PN-EN 1008.

6.3.4. *Wilgotność mieszanki kruszywa stabilizowanego cementem*

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

Wilgotność mieszanki należy sprawdzać z częstotliwością określoną w tablicy 5 przy kontroli zagęszczenia warstwy.

6.3.5. *Zagęszczenie mieszanki*

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia (I_s) nie mniejszego niż 1,0, określonego według normy BN-77/8931-12. Zagęszczenie należy sprawdzać z częstotliwością podaną w tablicy 4.

6.3.6. *Wytrzymałość na ściskanie mieszanki związanej cementem*

Wytrzymałość na ściskanie mieszanki związanej cementem badana wg. PN-EN 13286-41 powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tablicy 3. Próbkę do badań należy pobrać z miejsc wybranych losowo na świeżo rozłożonej warstwie przed jej zagęszczeniem.

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbkę do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Próbkę w ilości 3 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normą PN-EN 13286-50. Próbkę należy badać po 28 dniach przechowywania zgodnie z normą PN-EN 13286-41 (system I). Wyniki badania wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

Dopuszcza się badania wytrzymałości po 7 i po 14 dniach. Wymagana wytrzymałość w takim wypadku winna wynikać z receptury. Wymagana wytrzymałość po 28 dniach pozostaje bez zmian.

6.4. *Badania i pomiary ulepszanego podłoża i podbudowy z kruszywa związanej cementem*

6.4.1. *Częstotliwość pomiarów*

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów podłoża ulepszanego i podbudowy z kruszywa stabilizowanego cementem podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość badań ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1.	Szerokość	10 razy na 1 km
2.	Równość podłużna	co 20 m łąta na każdym pasie ruchu
3.	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4.	Spadki poprzeczne ^{*)}	10 razy na 1 km
5.	Rzędne wysokościowe	co 100 m

6.	Grubość ulepszanego podłoża	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²
----	-----------------------------	--

*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych

6.4.2. Szerokość ulepszanego podłoża

Szerokość ulepszanego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm.

6.4.3. Równość podłoża

Nierówności podłużne należy mierzyć 4-metrową łatą zgodnie z BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne należy mierzyć łatą dostosowaną do szerokości ulepszanego podłoża.

Nierówności nie powinny przekraczać 15 mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne

Spadki poprzeczne podłoża ulepszanego z kruszywem związanym cementem powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

6.4.5. Rzędne wysokościowe

Różnice pomiędzy rzędnymi ulepszanego podłoża a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1 cm, -2 cm.

6.4.6. Grubość

Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości nie powinny przekraczać +10%, -15%.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1 m² (metr kwadratowy) warstwy ulepszanego podłoża i podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

8.2. Sposób odbioru robót

Odbiór robót dokonywany jest na zasadach odbioru robót zanikających i ulegających zakryciu zgodnie z zasadami podanymi w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania robót obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- rozłożenie, wyprofilowanie i zagęszczenie mieszanki,
- koszt odpadów i ubytków materiałowych
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- koszt robót tymczasowych, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane

Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych

- koszt prac tymczasowych, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, jak geodezyjne wytyczenie robót
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w SST.
- uporządkowanie miejsca prowadzonych robót

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-EN 197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
2. 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.
3. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
4. PN-EN 13286-2 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie gęstości i wilgotności – zagęszczenie aparatem Proctora.
5. PN-EN 13286-41 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
6. PN-EN 13286-50 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Metody sporządzania próbek badawczych. Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym.
7. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
8. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
9. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.

10.2. Inne dokumenty

10. WT-5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych i normy powołane w WT-5

