

SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.04.05.01

**PODBUDOWA I ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTU LUB KRUSZYWA
STABILIZOWANEGO CEMENTEM**

**„Rozbudowa skrzyżowania drogi krajowej nr 77 z drogami powiatowymi nr
1012R i 1017R w miejscowości Zaleszany”**

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy podbudowy z kruszywa stabilizowanego spoiwem hydraulicznym w ramach zadania pn. **„Rozbudowa skrzyżowania drogi krajowej nr 77 z drogami powiatowymi nr 1012R i 1017R w miejscowości Zaleszany”**.

1.2. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami oraz STWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

1.2.1. Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym – mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznej.

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

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4 oraz WT-5 2010 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.

1.3. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.4. Zakres Robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy podbudowy pomocniczej z kruszywa stabilizowanego spoiwem hydraulicznym:

- C_{3/4} gr. 10 cm dla chodników i zjazdów,
- C_{5/6} gr. 20 cm dla jezdni KR 5, wysp kanalizujących i azylu, elementów najazdowych wysp kanalizujących, pierścienia ronda i elementu przejazdowego dla pojazdów ponadnormatywnych

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 2.

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt. 2.

Poszczególne rodzaje materiałów powinny pochodzić ze źródeł zatwierdzonych przez Inżyniera.

2.2. Podbudowa z mieszanki związanej cementem

2.2.1. Wymagania wobec kruszyw

Kruszywa powinny spełniać wymagania określone w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagania wobec kruszyw do warstwy podbudowy i ulepszonego podłoża z mieszanek związanych cementem

Rozdział w PN-EN 13242	Właściwość	Deklarowane kategorie lub wartości	Odniesie- nie do tablicy w PN-EN 13242
		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:	
		Związanej warstwy podbudowy pomocniczej wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR7)	
4.1–4.2	Zestaw sit #	1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1) wszystkie frakcje dozwolone	Tabl. 1
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _C 80/20 G _F 80 G _A 75	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	G _T CNR	Tabl. 3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	G _T FNR G _T ANR	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3 ^{*)} b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 ^{*)}	F _I _{Deklarowana} S _I _{Deklarowana}	Tabl. 5 Tabl. 6

4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	C _{NR}	Tabl. 7
4.6	Zawartość pyłów ^{**}) wg PN-EN 933-1 [2] a) w kruszywie grubym b) w kruszywie drobnym	f _{Deklarowana} f _{Deklarowana}	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	brak wymagań 	
5.2	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA ₆₀	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	M _{DENR}	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6 rozdział 7,8 albo 9	deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9 (w zależności od frakcji)	deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.: AS0,2 - Zużel kawałkowy wielkopiecowy: AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.: SNR - Zużel kawałkowy wielkopiecowy: S2	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	

6.4.2.1	Stałość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998 rozdział 19.3	V ₅ Brak rozpadu	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998 rozdział 19.1		
6.4.2.3	Rozpad żelazowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998 rozdział 19.2	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	SBLA I	
7.3.2	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (jeśli kruszywo nie spełnia wymagania WA ₂₄₂ , to należy badać jego mrozoodporność wg pkt. 7.3.3 niniejszej tablicy)	WA ₂₄₂	Tabl. 16
7.3.3	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1 (badanie wykonywane tylko jeśli nasiąkliwość kruszywa przekracza WA ₂₄₂)	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25***)	Tabl. 18
Załącznik C, pkt. C3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	

Załącznik C, pkt. C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuję w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać 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

2.2.2. Wymagania wobec spoiwa

Spoiwem do mieszanki jest cement, który powinien spełniać wymagania PN-EN 197-1.

2.2.3. Wymagania wobec wody zarobowej

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008.

2.2.4. Dodatki

Zastosowanie wielkopiecowego mielonego żużla granulowanego jest możliwe pod warunkiem, że odpowiada on wymaganiom europejskiej lub krajowej Aprobaty Technicznej.

Składnik ten powinien zostać uwzględniony w projekcie mieszanki. W przypadku stosowania wielkopiecowego mielonego żużla granulowanego jako głównego spoiwa ma zastosowanie część 2 WT-5. Mieszanki zawierające popiół lotny jako główne spoiwo, powinny być zgodne z częścią 3 WT-5.

2.2.5. Domieszki

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

Jeżeli w mieszance przewiduje się zastosowanie środków przyspieszających lub opóźniających wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

2.2.6. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem

Skład mieszanek należy projektować ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50.

W tabeli 2 przedstawia się zbiorcze zestawienia wymagań wobec mieszanek wraz z wymaganymi wytrzymałościami na ściskanie.

Tabela 2. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy zasadniczej

Lp.	Właściwość	Wymagania dla ruchu
		KR1-KR7
1.0	Składniki	
1.1	Cement	wg p. 2.2.2
1.2	Kruszywo	wg tablicy 1, p. 2.2.1
1.3	Woda zarobowa	wg p. 2.2.3
1.4	Dodatki	wg p. 2.2.4
1.5	Domieszki	wg p. 2.2.5
2.0	Mieszanka	
2.1	Uziarnienie:	Krzywe graniczne uziarnienia
	- mieszanka 0/31,5 mm	wg rys. 1.1, p.1.2.3.1. WT-5
	- mieszanka 0/22,4 mm	wg rys. 1.2, p.1.2.3.1. WT-5
	- mieszanka 0/16 mm	wg rys. 1.3, p.1.2.3.1. WT-5
	- mieszanka 0/11,2 mm	wg rys. 1.4, p.1.2.3.1. WT-5
	- mieszanka 0/8 mm	wg rys. 1.5, p.1.2.3.1. WT-5
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 4
2.3	Zawartość wody	wg projektu mieszanki
2.4	Wytrzymałość na ściskanie ^{*)} (system I) - dla podbudowy pomocniczej wg tablicy 1.5 p.1.3.3 WT-5;	klasa C 5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)
2.5	Mrozoodporność (badanie wg p.1.2.8 WT-5): dla podbudowy pomocniczej wg tablicy 1.5 p.1.3.3 WT-5;	podbudowa pomocnicza $\geq 0,6$

2.2.6.1. Projektowanie mieszanek

Procedura projektowa powinna być oparta na próbkach laboratoryjnych i/lub na polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą zastosowane w określonej ilości wyrobu lub kontrakcie.

Skład mieszanek projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek (System I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D=1. Klasy wytrzymałości przyjmuje się wg tabeli 2.

Wytrzymałość na ściskanie R_c określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 powinna być zgodna z wymaganą dla danej klasy wytrzymałości podaną w tabeli 3.

Tabela 3. Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1

	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa		Klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna R _c		
	Próbki walcowe H/D*=2,0	Próbki walcowe H/D*=1,0**	
1	5,0	6,0	C _{5/6}
2	3,0	4,0	C _{3/4}
*H/D=stosunek wysokości do średnicy próbek **H/D=0.8 do 1.21			

Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową. Proporcję należy określić laboratoryjnie lub/i na podstawie praktycznych doświadczeń z mieszankami wykonywanymi z tych samych składników i w tych samych warunkach, spełniające wymagania niniejszych STWiORB.

2.2.6.1. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Krzywa uziarnienia mieszanki powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionymi na rys. 1.1-1.5 WT-5.

2.2.6.3. Zawartość spoiwa

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

Zawartość spoiwa nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości przedstawionych w tabeli 4.

Tabela 4. Minimalna zawartość spoiwa w mieszance wg PN-EN 14227-1

Maksymalny nominalny wymiar kruszywa, mm	Minimalna zawartość spoiwa, % m/m
> 8,0 do 31,5	3
2,0 do 8,0	4
< 2,0	5

2.2.6.4. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora i doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2.

2.2.6.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Próbki walcowe, zagęszczane ubijakiem proctora, powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13286-50.

Próbki należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności powyżej 95%-100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Nasycanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym zanurzeniu w wodzie.

2.2.6.6. Wytrzymałość na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w tablicy 2 pkt. 2.4 niniejszej STWiORB.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach. Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 28 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

2.2.6.7. Mrozoodporność

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie R_C^{Z-0} próbki po 28 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie R_C próbki po 28 dniach pielęgnacji.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = \frac{R_C^{Z-0}}{R_C}$$

Próbki do oznaczenia wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 28 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie należy je całkowicie zanurzyć na 1 dobę w wodzie, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklom zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temperaturze $-23 \pm 2^\circ\text{C}$ przez 8 godzin i odmrażania w wodzie o temperaturze $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ przez 16 godzin.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić, a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie R_C^{Z-0} , R_C należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1.

2.3. Źródła materiałów

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny pochodzić tylko ze źródeł uzgodnionych i zatwierdzonych przez Inżyniera.

Źródła materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę z wyprzedzeniem, przed rozpoczęciem robót. Przyjmuje się, że materiał musi być dostarczony do 30 dni przed rozpoczęciem robót.

Wykonawca powinien dostarczyć Inżynierowi wyniki badań laboratoryjnych łącznie z projektowaną krzywą uziarnienia i reprezentatywne próbki materiałów.

Materiały z zaproponowanego przez Wykonawcę źródła będą zaakceptowane do wbudowania przez Inżyniera jeżeli dostarczone przez Wykonawcę wyniki badań laboratoryjnych i ewentualne wyniki badań laboratoryjnych prowadzonych przez Inżyniera wykażą zgodność cech materiałowych z wymaganiami.

Zatwierdzanie źródła materiałów nie oznacza, że wszystkie materiały z tego źródła będą przez Inżyniera dopuszczone do wbudowania. Materiały, które nie spełniają wymagań zostaną odrzucone.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Sprzęt stosowany do wykonywania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy stabilizowanej cementem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- mieszarek stacjonarnych,
- układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

4.2. Transport materiałów

Materiały sypkie można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem.

Cement w workach może być przewożony samochodami krytymi, wagonami towarowymi i innymi środkami transportu, w sposób nie powodujący uszkodzeń opakowania. Worki na paletach układa się po 5 warstw po 4 szt. w warstwie. Worki niespaletowane układa się na płask w wysokości do 10 warstw. Cement luzem przewozi się w zbiornikach (wagonach, samochodach), czystych i nie zanieczyszczanych podczas transportu. Środki transportu powinny być wyposażone we wsypy i urządzenia do wyładowania cementu.

Woda może być dostarczana wodociągiem lub przewożnymi zbiornikami wody.

Inne materiały należy przewozić w sposób zalecony przez producentów i dostawców, nie powodując pogorszenia ich walorów użytkowych.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

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

5.2. Podbudowa z mieszanki związanej cementem

5.2.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod podbudowę z mieszanki związanych cementem powinno spełniać wymagania odpowiednie dla rodzaju i parametrów zastosowanej warstwy.

Jeżeli podłoże wykazuje jakiegokolwiek wady to powinny być one usunięte według zasad akceptowanych przez Inżyniera.

5.2.1.1. Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego w czasie robót

W czasie robót budowlanych, bezpośrednio po odsłonięciu podłoża gruntowego nawierzchni w wykopach lub po uformowaniu nasypów, przed wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża lub pierwszej warstwy konstrukcji nawierzchni, należy przeprowadzić badania kontrolne potwierdzające założenia dotyczące nośności podłoża, przyjęte w czasie projektowania, określone wg wartości wskaźnika nośności CBR, oraz wg wysadzinowości gruntu i warunków wodnych. Ocenę nośności należy przeprowadzić poprzez określenie wtórnego modułu odkształcenia E_2 na powierzchni podłoża gruntowego i porównanie, czy wyznaczona wartość odpowiada założonej grupie nośności podłoża, zgodnie z tabelą 5.1. Wartość wtórnego modułu odkształcenia należy określić z badań płytą pod naciskiem statycznym.

Tabela 5.1 Klasyfikacja grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni G_i

L.p.	Grupa nośności podłoża gruntowego G_i	Wskaźnik nośności CBR po 4 dniach nasączenia wodą ¹⁾ [%]	Wtórny moduł odkształcenia E_2 ¹⁾ [MPa]
1.	G1	$CBR \geq 10$	$E_2 \geq 80$
2.	G2	$5 \leq CBR < 10$	$50 \leq E_2 < 80$
3.	G3	$3 \leq CBR < 5$	$35 \leq E_2 < 50$
4.	G4	$2 \leq CBR < 3$	$25 \leq E_2 < 35$

Uwaga: ¹⁾ warunki badania przyjąć wg normy PN-S-02205: 1998

Dopuszcza się zastosowanie innej metody określenia nośności podłoża gruntowego nawierzchni:

- Użycie sondy dynamicznej stożkowej DCP w celu pośredniego wyznaczenia wartości wskaźnika CBR,
- Badanie lekką płytą dynamiczną do pośredniego wyznaczenia wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 ,
- Badanie ugięciomierzem FWD w celu pośredniego wyznaczenia wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 .

W przypadkach wątpliwych decyduje badanie płytą pod naciskiem statycznym.

Badania ugięciomierzem FWD oraz lekką płytą dynamiczną powinny być skalibrowane z badaniem płytą pod naciskiem statycznym.

W przypadku zastosowania sondy dynamicznej stożkowej DCP można – do czasu opracowania polskiej instrukcji badania – wykorzystać następującą zależność:

$$\log_{10}(\text{CBR}) = 2,48 - 1,057 \log_{10} w$$

gdzie:

CBR – wartość wskaźnika nośności CBR [%]

w - wartość wpędu w mm na jedno uderzenie bijaka sondy DCP zakończonej stożkiem o średnicy 20 [mm] i kacie 60° [mm/uderzenie]

5.2.1.2. Jeżeli badania kontrolne wykażą, że grupa nośności podłoża gruntowego określona w czasie robót jest gorsza od przyjętej do projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża to należy przeprojektować dolne warstwy konstrukcji nawierzchni i warstwę ulepszanego podłoża z uwzględnieniem niższej nośności podłoża gruntowego nawierzchni.

5.2.1.3. W przypadku występowania w podłożu nawierzchni gruntów nieorganicznych o $\text{CBR} < 2\%$ ($E_2 < 25 \text{ MPa}$) należy rozważyć następujące rozwiązania:

- wymianę gruntu podłoża na grunt (materiał) niewysadzinowy o większej nośności,
- stabilizację gruntu podłoża spoiwem hydraulicznym lub wapnem,
- wzmocnienie podłoża poprzez ułożenie warstwy z mieszanki niezwiązanej zbrojonej warstwą geosyntetyków,
- wzmocnienie poprzez stosowanie kolumn, pali itp. w przypadku głębokiego zalegania gruntów słabonośnych.

5.2.1.4. W przypadku występowania w podłożu nawierzchni gruntów organicznych, w celu zapewnienia wymaganych warunków pracy nawierzchni oraz przeciwdziałania jej spękanom i deformacjom, należy w zależności od warunków miejscowych wykonać: wymianę gruntu organicznego na grunt mineralny, wzmocnienie wgłębne słabego podłoża (np. zastosowanie kolumn, pali) albo wzmocnienie powierzchniowe z zastosowaniem geomateracy.

5.2.1.5. Warstwa podbudowy powinna być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową lub według zaleceń Inżyniera z tolerancjami określonymi w niniejszej STWIORB.

Paliki lub szpilki do kontroli ukształtowania warstw powinny być wcześniej, odpowiednio zamocowane i utrzymywane w czasie robót przez Wykonawcę. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót i nie powinno być większe, niż co 10 m.

5.2.2. Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Inżyniera po wstępnych próbach. W

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

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

Przed ułożeniem mieszanki należy ustawić prowadnice i podłoże zwilżyć wodą.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek. Grubość układania mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

5.2.3. Grubość warstwy

Grubość poszczególnych warstw podbudowy (dla jednej warstwy) nie powinna przekraczać 20 cm przy mieszaniu w mieszarce stacjonarnej. Jeżeli projektowana grubość warstwy podbudowy jest większa od maksymalnej, to stabilizację należy wykonywać w dwóch warstwach.

5.2.4. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w STWIORB.

Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Natychmiast po wyprofilowaniu mieszanki należy rozpocząć jej zagęszczanie, które należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 0,98 maksymalnego zagęszczenia określonego według normalnej próby Proctora.

W przypadku technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.

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. Spoiny robocze

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

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

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

5.2.6. Pielęgnacja warstwy z mieszanki związanej cementem

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m²,
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- c) utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr,
- e) przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały przeznaczone do pielęgnacji mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inżynierowi.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

5.2.7. Utrzymanie podbudowy

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową podbudowę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy obciąża Wykonawcę robót.

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

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

Warstwa stabilizowana spoiwami hydraulicznymi powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Sprawdzenie nośności podłoża

Nośność podłoża określa się na podstawie wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 . Badanie modułu odkształcenia E_2 należy przeprowadzić zgodnie z zasadami określonymi w p. 5.2.1 niniejszych STWIORB. Wykonawca do odbioru budowli ziemnej przedstawi wyniki badań nośności podłoża gruntowego do odbioru budowli ziemnej. Nośność na powierzchni podłoża gruntowego nawierzchni może być określona przed lub podczas odbioru budowli ziemnej.

6.4. Badania w czasie robót dla podbudowy z mieszanki związanej cementem

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tabela 5.

Tabela 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie robót	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową	1 raz	Wg pktu 5 i dokumentacji projektowej
2	Roboty przygotowawcze	Ocena ciągła	Wg pktu 5
3	Sprawdzenie nośności podłoża	min. 2 na każdej działce roboczej, 1 na 6000 m ²	Wg punktu 5.2.1

4	Właściwości kruszywa	Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	Tablica 1
5	Właściwości wody	Dla każdego wątpliwego źródła	PN-EN 1008
6	Właściwości cementu	Dla każdej partii	PN-EN 197-1
7	Uziarnienie mieszanki	2 razy dziennie, lecz nie rzadziej niż raz na 600 m ²	Wg pktu 2.2
8	Wilgotność mieszanki	2 razy dziennie, lecz nie rzadziej niż raz na 600 m ²	Wilgotność optymalna z tolerancją +10%, -20%
9	Zagęszczenie warstwy mieszanki	2 razy dziennie, lecz nie rzadziej niż raz na 600 m ²	p. 5.2.4
10	Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie	Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie 1 próbka na 1000 m ² lecz nie mniej niż 1 próbka na działkę roboczą	PN-EN 13286-41 [21]
11	Oznaczenie mrodoodporności	Na zlecenie Inżyniera	p. 2.2.4.7

6.5. Wymagania dotyczące cech geometrycznych i wytrzymałościowych podbudowy

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tabela 6.

Tabela 6. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów warstwy podbudowy

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Tolerancja
1	Szerokość	10 razy na 1 km	+10 cm, -5 cm: różnice od szerokości projektowanej. Dla wartości średniej: od 0 do +10 cm
2	Równość podłużna*)	W sposób ciągły na każdym pasie ruchu łata grubości 4 m lub metodą równoważną (planografem)	±15 mm - podbudowa pomocnicza
3	Równość poprzeczna*)	10 razy na 1 km łata długości 2 m	±15 mm - podbudowa pomocnicza
4	Spadki poprzeczne *)	10 razy na 1 km	± 0,5%

5	Rzędne wysokościowe	Dla każdej jezdni co 20 m na odcinkach prostych i co 10 m na łukach w osi jezdni i na jej krawędziach	- 2 cm / + 1 cm - podbudowa pomocnicza
6	Ukształtowanie osi w planie	10 razy na 1 km	±5 cm
7	Grubość	10 razy na 1 km	±10%

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

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w WWIORB D-M-0000..00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) podbudowy z mieszanek związanych cementem.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. OGÓLNE ZASADY ODBIORU ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWIORB D-M-0000..00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, STWIORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

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

- opracowanie PZJ i PTIOR,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
- zakup, dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,

- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,
- utrzymanie czystości na przylegającym terenie,
- zawiera wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem warstwy zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- | | | |
|-----|---------------|--|
| 1. | PN-EN 13242 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym |
| 2. | PN-EN 933-1 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania |
| 3. | PN-EN 933-4 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu (oryg.) |
| 4. | PN-EN 933-5 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| 5. | PN-EN 1097-1 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval) |
| 6. | PN-EN 1097-2 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie (oryg.) |
| 7. | PN-EN 1097-6 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości |
| 8. | PN-EN 1744-1 | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Część 1: Analiza chemiczna (oryg.) |
| 9. | PN-EN 1744-3 | Badania chemicznych właściwości kruszyw Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw |
| 10. | PN-EN 1367-1 | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Część 1: Oznaczanie mrozoodporności |
| 11. | PN-EN 1367-3 | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania |
| 12. | PN-EN 13286-2 | Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proktora (oryg.) |
| 13. | PN-EN13286-41 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych z spoiwem hydraulicznym |
| 14. | PN-EN13286-50 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proktora lub zagęszczania na stole wibracyjnym |
| 15. | PN-EN 14227-1 | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Wymagania. Część 1: Mieszanki związane cementem |
| 16. | PN-EN 197-1 | Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku |
| 17. | 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. |
| 18. | BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą. |

- 19. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
- 20. PN-EN 196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości
- 21. PN-EN 196-3 Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości
- 22. PN-EN 196-2 Metody badania cementu. Część 2: Analiza chemiczna cementu
- 23. PN-EN 1097-3 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
- 24. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 3: Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości

Inne dokumenty

- 25. WT-5 2010 Wymagania techniczne. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.
- 26. Dziennik Ustaw z 2016 r. poz. 124