

D-04.00.00. PODBUDOWY

D-04.02.01 ULEPSZONE PODŁOŻE Z KRUSZYWA STABILIZOWANEGO (CPV 45233000-9)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST.

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru warstwy ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego hydraulicznie cementem.

1.2. Zakres stosowania SST.

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1

1.3. Zakres robót objętych SST.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu warstwy ulepszanego podłoża z kruszywa stabilizowanego hydraulicznie cementem o grubości 15cm w zakresie określonym w dokumentacji projektowej.

1.4. Określenia podstawowe.

Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym - mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.

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

Podłoże ulepszone z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym - warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszanego zaliczamy także warstwę mrozochronną, odcinającą i wzmacniającą, które powinny spełniać dodatkowe wymagania.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania (jakość zastosowanych materiałów) oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami Inspektora Nadzoru. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M.00.00.00.

Wymagania ogólne.

2. MATERIAŁY.

2.1 Warunki ogólne stosowania materiałów

Warunki ogólne stosowania materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w Specyfikacji D-M.00.00.00 "Wymagania Ogólne".

2.2. Kruszywo

Można zastosować kruszywa naturalne lub sztuczne zgodne z normą PN-EN 12620

- a) kruszywo naturalne lub sztuczne
- b) kruszywo z recyklingu
- c) połączenie a) i b)

Tablica 1. Wymagania dla kruszywa do podbudowy z mieszanki związanej cementem

Rozdział w PN-EN 12620:	Właściwość	Deklarowane kategorie lub wartości
		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy
		związanej warstwy podbudowy pomocniczej i podłoża ulepszanego
		KR1-KR6
4.1-4.2	Zestaw sit #	1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90
		Wszystkie frakcje dozwolone
4.3.1.	Uziarnienie wg. PN-EN 933-1	Gc80/20
		Gf80
		GA75
4.3.2.	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg. PN-EN 933-1	GTcNR
4.3.3.	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa	GTfNR

	drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 9331	GTANR
4.4.	Kształt kruszywa grubego	
	a)maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg. PN-EN 933-3 *)	^{f1} Deklarowana
	b)maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg. PN-EN 933-4 *)	^{s1} Deklarowana
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}
4.6.	Zawartość pyłów wg. PN-EN 933-1	
	a) w kruszywie grubym**)	^f Deklarowana
	b) w kruszywie drobnym**)	^f Deklarowana
4.7.	Jakość pyłów	brak wymagań
5.2.	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg. PN-EN 1097-2	LA ₆₀
5.3.	Odporność na ścieranie wg. PN- EN 1097-1	MDENR
5.4.	Gęstość wg. PN-EN 1097-6:2001 rozdział 7,8 albo 9	Deklarowana
5.5.	Nasiąkliwość wg. PN-EN 1097- 6:2001, 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
		Żużel kawałkowy wielkopiecowy AS1,0
6.3.	Całkowita zawartość siarki wg PN- EN 1744-1	Kruszywo kam. SNR
		Żużel kawałkowy wielkopiecowy S2
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	V5
6.4.2.2.	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg. PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	brak rozpadu
6.4.2.2.	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg. PN-EN 1744-1:1998, p.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

	Nasiąkliwość wg. PN-EN 1097- 6:2001, rozdział 7 (Jeżeli kruszywo nie spełni warunku WA ₂₄₂ , to należy zbadać jego mrozoodporność)	WA ₂₄₂
7.3.3.	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1	skały magmowe i przeobrażone: F4 skały osadowe: F10 kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)
Załącznik C	Skład mineralogiczny	deklarowany
Załącznik C podrozdział 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 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 krzywych granicznych

***) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

2.3. Cement

Jako spoiwo należy zastosować cement odpowiadający normie PN-EN 197-1.

Cement używany do stabilizacji powinien być sypki. Należy używać cementu luzem przechowywanego wyłącznie w silosach nie dłużej niż 3 miesiące.

Każda dostawa cementu winna posiadać atest producenta. Wykonawca ma obowiązek badania dla każdej dostawy czasów wiązania, stałości objętości i 28-dniowej wytrzymałości cementu.

W przypadku stosowania cementu marki 35 dopuszcza się ocenę wytrzymałości na podstawie badania wytrzymałości 3-dniowej.

2.4. Woda zarobowa

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną.

2.5. Dodatki ulepszające

Zastosowanie wielkopieczowego mielonego żużla granulowanego jest możliwe pod warunkiem, że odpowiada on wymaganiom europejskiej lub krajowej aprobaty technicznej.

2.6. Domieszki

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

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

3. SPRZĘT.

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Mieszankę cementowo-kruszywową należy wytwarzać w mieszarkach stacjonarnych zapewniających wagowe dozowanie kruszyw i cementu oraz objętościowe wody w odpowiednich proporcjach oraz jednorodne wymieszanie.

Wydajność sprzętu powinna być taka, aby zapewnić zachowanie warunków technologicznych dotyczących czasu mieszania i zagęszczania.

Wykonawca przystępujący do wykonania stabilizacji powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

a) w przypadku wytwarzania mieszanek kruszywowo-spoiwowych w mieszarkach:

- 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,
- przewożne zbiorniki na wodę z wyposażeniem

b) w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
- sypcharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
- rozsypywarek do rozsypywania spoiw,
- przewożnych zbiorników na wodę,
- 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 ST D-M. 00.00.00. Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Mieszankę gruntowo-spoiwową lub kruszynowo-spoiwową można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zanieczyszczeniem, rozsegregowaniem i wysuszeniem lub nadmiernym zawilgoceniem.

5. WYKONANIE ROBÓT.

5.1. Ogólne warunki wykonania robót.

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

5.2. Wymagania wobec mieszanek

Wymagania wobec mieszanek zostały podane w tablicy nr 2

Tablica 2 - Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy ulepszanego podłoża i warstwy podbudowy pomocniczej

Lp.	Właściwość	Wymagania					
		warstwa ulepszanego podłoża			warstwa podbudowy pomocniczej		
		KR1- KR2	KR3- KR4	KR5- KR6	KR1- KR2	KR3- KR4	KR5-KR6
1	Składniki						
1.1.	Cement	wg. PN-EN 197-1			wg. PN-EN 197-1		
1.2.	Kruszywo	tablica nr 1			tablica nr 1		
1.3.	Woda zarobowa	wg. PN-EN 1008			wg. PN-EN 1008		
1.4.	Dodatki	wg. pkt. 2.4. (WT-5)			wg. pkt. 2.4. (WT-5)		
2	Mieszanka						
2.1.	Uziarnienie:	krzywe graniczne WT-5 2010			krzywe graniczne WT-5 2010		
-	mieszanka CBGM 0/8mm	rys.1.5.	-	-	rys.1.5.	-	-
-	mieszanka CBGM 0/11,2mm	rys.1.4.	rys.1.4.	rys.1.4.	rys.1.4.	rys.1.4.	rys.1.4.
-	mieszanka CBGM 0/16mm	rys.1.3.	rys.1.3.	rys.1.3.	rys.1.3.	rys.1.3.	rys.1.3.
-	mieszanka CBGM 0/22,4mm	rys.1.2.	rys.1.2.	rys.1.2.	rys.1.2.	rys.1.2.	rys.1.2.
-	mieszanka CBGM 0/31,5mm	rys.1.1.	rys.1.1.	rys.1.1.	rys.1.1.	rys.1.1.	rys.1.1.
2.2.	Minimalna zawartość cementu	wg. tablicy 4			wg. tablicy 4		
2.3.	Zawartość wody	na podstawie PN-EN 132862			na podstawie PN-EN 13286-2		
2.4.	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy.3	klasa C1,5/2,0			klasa C1,5/2,0	klasa C3/4	klasa C5/6
					(nie więcej niż 4,0MPa)	(nie więcej niż 6,0MPa)	(nie więcej niż 10,0MPa)
		badanie wg. PN-EN 1328641 po 28 dniach pielęgnacji			badanie wg. PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji		
2.5.	Mrozoodporność				>0,6	>0,6	>0,6

5.3. Projektowanie składu mieszanki

Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub 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 mieszanki projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek (System I wg. WT-5), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych H/D=1. Klasy wytrzymałości przyjmuje się wg. tablicy 3. Wytrzymałość na ściskanie Rc określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tablicy 3.

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

	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa		klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna Rc		
	Próbki walcowe H/D ^a =2,0	Próbki walcowe H/D ^a =1,0 ^b	
1	brak wymagań		C ₀
2	1,5	2,0	C _{1,5/2,0}
3	3,0	4,0	C _{3/4}

^a H/D=stosunek wysokości do średnicy próbki

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

5.3.1. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki należy wykonać zgodnie z PN-EN 933-1. Do analizy stosuje się zestaw sit podstawowy +1. Krzywa uziarnienia mieszanki powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionych na rys. 1.1 -1.5. WT-5 2010, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki.

5.3.2. Zawartość spoiwa

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

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

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

Dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa niż podano w tablicy 4. jeżeli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablicy 2.

5.3.3. Zawartość wody

Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2

5.3.4. 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 i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temp. pokojowej.

5.3.5. Badanie wytrzymałości

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji.

5.3.6. Badanie mrozoodporności

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

Wskaźnik mrozoodporności = Rc ^{z-0} / Rc

Na co najmniej 30 dni przed rozpoczęciem robót Wykonawca powinien dostarczyć Inspektorowi do akceptacji projekt składu mieszanki opracowany w oparciu o:

- wyniki badań kruszywa do stabilizacji
- wyniki badań cementu
- wyniki badań wytrzymałości i mrozoodporności mieszanki stabilizowanej cementem Projekt składu mieszanki powinien zawierać:
 - wymaganą zawartość w mieszance cementu i w razie potrzeby dodatków ulepszających
 - wymaganą zawartość wody w mieszance zapewniającą uzyskanie wilgotności optymalnej

5.4. Grubość warstwy i metody stabilizacji

Warstwę mieszanki stabilizowanej cementem grubości 15 cm należy wykonać w jednej warstwie stosując technologię mieszania w mieszarkach stacjonarnych, o ile uzyska się wymagane zagęszczenie potwierdzone na odcinku próbnym.

5.5. Warunki atmosferyczne

Warstwa mieszanki nie może być wykonywana przy temperaturze poniżej 2°C oraz podczas opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać stabilizacji gdy prognoza pogody przewiduje spadek temperatury poniżej 2°C w czasie najbliższych 7 dni.

5.6. Przygotowanie podłoża

Podłoże gruntowe powinno spełniać wymagania określone w SST D.02.00.00. „Roboty ziemne”.

5.7. Wytwarzanie i rozkładanie mieszanki

Do wytwarzania mieszanki należy stosować wytwórnie mieszanki betonowej typu cyklicznego lub typu ciągłego.

Mieszarka powinna być wyposażona w urządzenie do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objętościowego wody, gwarantujące następujące tolerancje dozowania / w stosunku do masy suchej mieszanki /:

- grunt $\pm 3\%$
- cement $\pm 0,5\%$
- woda $\pm 2\%$ w stosunku do wilgotności optymalnej

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty.

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

Przed ułożeniem mieszanki należy ustawić prowadnice. Mieszankę układać 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.

5.8. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwac się pasami podłużnymi w stronę wyżej położonej krawędzi.

Sprzęt do zagęszczania opisano w pkt. 3 niniejszej STWiORB.

Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady powinny być natychmiast naprawione przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie.

Zagęszczenie powinno być ukończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.

Przerwy w zagęszczaniu nie powinny być dłuższe niż 30 minut.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 według normalnej próby Proctora.

Należy unikać podłużnych spoin roboczych poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości. Poprzeczne spoiny robocze na połączeniu działek roboczych należy wyrównać przez pionowe obcięcie krawędzi po skończeniu zagęszczania.

5.9. Pielęgnacja warstwy mieszanki związanej cementem

O ile w czasie 2 godzin po zagęszczeniu warstwa nie zostanie przykryta następną warstwą to powinna być ona natychmiast poddana pielęgnacji według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową, asfaltem D200 lub D300 w ilości 0,5 - 1,0 kg/m²
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie drogowym, w ilości do 0,5 kg/m², po uprzednim zaakceptowaniu ich przez Inspektora Nadzoru
- c) utrzymywanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 3 dni, lub 7 dni w czasie suchej i wietrznej pogody
- d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią, grubą włókniną techniczną lub warstwą piasku w celu utrzymania warstwy w stanie wilgotnym.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po wykonanej warstwie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ruch technologiczny może odbywać się za zgodą Inspektora.

5.10. Odcinek próbny

W celu sprawdzenia sprzętu, technologii i receptury laboratoryjnej, Wykonawca winien wykonać odcinek próbny. Na podstawie odcinka próbnego Wykonawca określi grubość warstwy materiału w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu oraz liczby przejazdów potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m².

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inspektora.

Wykonawca może przystąpić do właściwych robót po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inspektora.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBOT

6.1. Właściwości mieszanki związanej cementem

Mieszanki związane cementem powinny spełniać wymagania podane w tablicy 2

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Wykonawca powinien wykonać badania niezbędne do opracowania składu mieszanki, w zakresie określonym w pkt. 5.2.

6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość badań przy budowie ulepszonego podłoża, podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej cementem podano w tabeli 5.

D-04.04.02. PODBUDOWA Z MIESZANKI KRUSZYWA NIEZWIĄZANEGO

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy z mieszanki niezwiązanej, stabilizowanej mechanicznie.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1. i 1.3.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem podbudów z mieszanki niezwiązanej 0/31,5 mm o grubości warstwy po zagęszczeniu 22 cm.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.3. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w ST D-M.00.00.00. Wymagania ogólne.

Mieszanka niezwiązana - ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od $d=0$ do D), który jest stosowany do wykonania ulepszonego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg. Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych, sztucznych, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw w określonych proporcjach.

Kategoria - charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki niezwiązanej, wyrażony, jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości.

Kruszywo - materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

Kruszywo naturalne - kruszywo ze źródeł naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie, jak żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał, nadziarna żwirowego lub otoczek.

Kruszywo kamienne - kruszywo z mineralnych surowców jak żwir kruszony, mechanicznie rozdrobnione skały, nadziarno żwirowe.

Kategoria ruchu ($KR1^{KR6}$) - obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych - Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1997.

Kruszywo grube (wg PN-EN 13242) - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d (dolnego) równym lub większym niż 1 mm oraz D (górnego) większym niż 2 mm.

Kruszywo drobne (wg PN-EN 13242) - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d równym 0 oraz D równym 6,3 mm lub mniejszym.

Kruszywo o ciągłym uziarnieniu (wg PN-EN 13242) - kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych, w której D jest większe niż 6,3 mm.

Kruszywo słabe - kruszywo przewidziane do zastosowania w mieszance przeznaczonej do wykonywania warstw nawierzchni drogowej lub podłoża ulepszonego, które charakteryzuje się różnicami w uziarnieniu przed i po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora, przekraczającymi $\pm 8\%$. Uziarnienie kruszywa należy sprawdzać na sitach przewidzianych do kontroli uziarnienia wg PN-EN 13285 i niniejszej SST.

O zakwalifikowaniu kruszywa do kruszyw słabych decyduje największa różnica wartości przesiewów na jednym z sit kontrolnych.

Podbudowa - dolna część konstrukcji nawierzchni drogi, służąca do przenoszenia obciążeń z ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej, które mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych.

Podbudowa zasadnicza - warstwa zapewniająca przeniesienie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej lub podłoże.

Podbudowa pomocnicza - warstwa, zapewniająca przeniesienie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

Symbole i skróty dodatkowe

% m/m procent masy,

NR brak konieczności badania danej cechy,

CRB kalifornijski wskaźnik nośności, %

SDV obszar uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa ziarnienia mieszanki (S) deklarowana przez dostawcę/producenta,

ZKP zakładowa kontrola produkcji.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

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

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów.

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST D-M.00.00.00. Wymagania ogólne.

2.2. Materiały do wykonywania robót

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub SST.

2.2.2. Materiały wchodzące w skład mieszanki

Materiałami stosowanymi do wytwarzania mieszank z kruszywa niezwiązane są:

- kruszywo,
- woda do zraszania kruszywa.

2.2.3. Kruszywa

Do mieszanek należy stosować kruszywo naturalne do $D \leq 31,5$ mm.

Wymagania wobec kruszywa do warstwy podbudowy przedstawia tablica 1.

Tablica 1. Wymagania według WT-4 i PN-EN 13242 wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych w warstwie podbudowy

Właściwość kruszywa	Metoda badania wg	Wymagania wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych, przeznaczonych do zastosowania w warstwie podbudowy pod nawierzchnią drogi obciążonej ruchem kategorii KR1^ KR6	
		Punkt PN-EN 13242	Wymagania
Zestaw sit #	-	4.1 4.2	0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 mm (zestaw podstawowy plus zestaw 1) Frakcje dozwolone max. do $D < 31,5$
Uziarnienie	PN-EN 933-1	4.3.1	Gc80/20, Gf80, GA75. Uziarnienie mieszanek kruszywa wg rysunku 1
Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	PN-EN 933-1	4.3.2	GTc20/15 (tj. dla stosunku $D/d > 2$ i sita o pośrednich wymiarach $D/1,4$ ogólne granice wynoszą 20-70% przechodzącej masy i graniczne odchylenia od typowego uziarnienia deklarowanego przez producenta wynoszą $\pm 15\%$)
Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	PN-EN 933-1	4.3.3	Kruszywo drobne: kat. GTf10 (tj. procent masy przechodzącej przez sito górne D: $\pm 5\%$, sito D/2: $\pm 10\%$, sito 0,063 mm: $\pm 3\%$). Kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. GTA20 (tj. procent masy przechodzącej przez sito górne D: $\pm 5\%$, sito D/2: $\pm 20\%$, sito 0,063 mm: $\pm 4\%$)
Kształt kruszywa grubego - maksymalne wartości wskaźnika płaskości	PN-EN 933-3	4.4	FI ₅₀
Kształt kruszywa grubego - maksymalne wartości wskaźnika kształtu	PN-EN 933-4	4.4	SI ₅₅
Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym	PN-EN 933-5	4.5	C _{90/3}
Zawartość pyłów w kruszywie grubym*	PN-EN 933-1	4.6	f _{Deklarowana}
Zawartość pyłów w kruszywie drobnym*	PN-EN 933-1	4.6	f _{Deklarowana}
Jakość pyłów	-	4.7	Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach wg wymagań dla mieszanek
Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego, kategoria nie wyższa niż	PN-EN 1097-2	5.2	LA ₄₀
Odporność na ścieranie kruszywa grubego	PN-EN 1097-1	5.3	M _{DE} Deklarowana
Gęstość ziaren	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9	5.4	Deklarowana
Nasiąkliwość	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9	5.5 i 7.3.2	WA ₂₄₂ ***)
Siarczany rozpuszczalne w kwasie	PN-EN 1744-1	6.2	ASNR

Całkowita zawartość siarki	PN-EN 1744-1	6.3	SNR
Składniki rozpuszczalne w wodzie	PN-EN 1744-3	6.4.3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów
Zanieczyszczenia		6.4.4	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy
Zgorzel słoneczna bazaltu	PN-EN 1367-3 i PN-EN 10972	7.2	SB _{LA}
Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 mm	PN-EN 1367-1	7.3.3	F ₄
Skład materiałowy		Zał. C	Deklarowany
Istotne cechy środowiskowe	-	Zał. C pkt C.3.4	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 badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów
* Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych			
** W przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność			

2.2.4. Woda do zraszania kruszywa

Do zraszania kruszywa należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na mieszankę kruszywa, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie mieszanki niezwiązanej.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu.

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

3.2. Sprzęt do wykonania robót.

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy z mieszanki niezwiązanej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- Mieszarek do wytwarzania mieszanki, wyposażonych w urządzenia dozujące wodę. Mieszarki powinny zapewnić wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej. Wymaganie to jest zbędne, jeżeli producent kruszywa gwarantuje dostawę jednorodnej mieszanki o wymaganym uziarnieniu i odpowiedniej wilgotności.
- Równiarek albo układarek do rozkładania mieszanki. Za zgodą Inspektora do rozkładania mieszanki na drogach o ruchu mniejszym od ciężkiego można dopuścić spycharki.
- Walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu.

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

4.2. Transport materiałów.

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem. Transport pozostałych materiałów powinien odbywać się zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

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

5.2. Zasady wykonania robót

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i ST. Podstawowe czynności przy wykonaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze,
- projektowanie mieszanki,
- wbudowanie mieszanki,
- roboty wykończeniowe.

5.3. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inspektora Nadzoru:

- ustalić lokalizację robót,

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

Można dodatkowo korzystać z SST D-01.00.00 przy robotach przygotowawczych oraz SST D-02.00.00 przy występowaniu robót ziemnych.

5.4. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w SST D- 04.05.01 „Ulepszone podłoże z kruszywa stabilizowanego” i SST D-02.00.00 „Roboty ziemne”.

Podbudowa powinna być ułożona na podłożu zapewniającym nieprzenikanie drobnych cząstek gruntu do podbudowy. Warunek nieprzenikania należy sprawdzić wzorem:

$$D_{15}/d_{85} \leq 5 \quad (1)$$

w którym:

D_{15} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy podbudowy lub warstwy odsączającej, w milimetrach,

d_{85} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, w milimetrach.

Jeżeli warunek (1) nie może być spełniony, należy na podłożu ułożyć warstwę odcinającą.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy powinny być wcześniej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

5.5. Projektowanie mieszanki niezwiązanej

5.5.1. Postanowienia ogólne

Przed przystąpieniem do robót, w terminie uzgodnionym z Inspektorem Nadzoru, Wykonawca dostarczy Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt składu mieszanki kruszyw oraz wyniki badań laboratoryjnych poszczególnych składników i próbki materiałów pobrane w obecności Inspektora Nadzoru do wykonania badań kontrolnych przez Inspektora Nadzoru.

Projektowanie mieszanki polega na doborze kruszywa do mieszanki oraz ilości wody. Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania podbudowy.

Skład mieszanki projektuje się zgodnie z wymaganiami wobec mieszanek niezwiązanych do podbudowy, określonych w tablicy 4.

Wartości graniczne i tolerancje zawierają rozrzut wynikający z pobierania i dzielenia próbki, przedział ufności (precyzja w porównywalnych warunkach) oraz nierównomierności warunków wykonawczych.

Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości, spełniając wymagania z tablicy 4. Mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i powinny charakteryzować się równomierną wilgotnością. Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom tablicy 1, przy czym w mieszankach wyprodukowanych z różnych kruszyw, każdy ze składników musi spełniać wymagania tablicy 1.

5.5.2. Wymagania wobec mieszanek

W warstwach podbudowy stosuje się mieszankę kruszyw 0/31,5 mm.

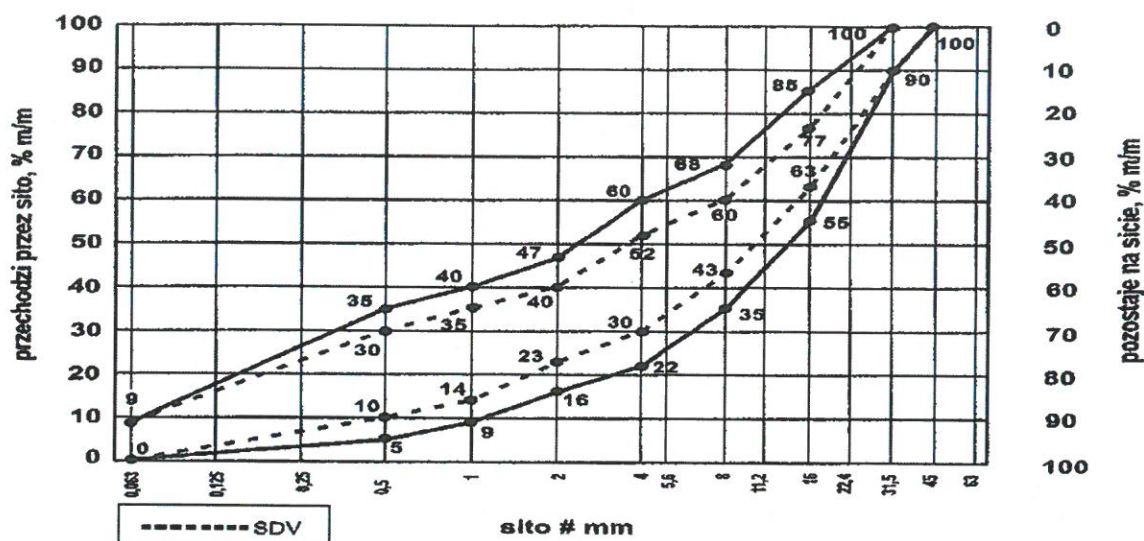
Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do podbudowy, podane w tablicy 4, odnośnie wrażliwości na mróz mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN-EN 13286-2.

Zawartość pyłów w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy, określana wg PN-EN 933-1, powinna być zgodna z wymaganiami tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw, zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 4. Nie określa się wymagań wobec minimalnej zawartości pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej i pomocniczej.

Zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw, określana według PN-EN 933-1 powinna spełniać wymagania podane w tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

Uziarnienie mieszanek kruszyw o wymiarach ziaren D od 0 do 31,5 mm należy określić według PN-EN 933-1. Krzywe uziarnienia mieszanki kruszyw powinny zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionymi na rysunku 1, odpowiednio dla rodzaju mieszanki. Na rysunku 1 pokazano również liniami przerywanymi obszar uziarnienia SDV, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki „S” deklarowana przez dostawcę/producenta.

W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora mieści się w krzywych granicznych podanych na rys. 1.



Rys. 1. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki kruszyw 0/31,5 mm do warstw podbudowy

Oprócz wymagań podanych na rysunku 1, wymaga się aby 90% uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w tablicach 2 i 3, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

Tablica 2. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych - porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S). Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczanej mieszanki. Jeśli mieszanka zawiera nadmierną zawartość ziaren słabych, wymaganie dotyczy deklarowanego przez producenta uziarnienia mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora

Mieszanka niezwiązana, mm	Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) Tolerancje przesiewu przez sito (mm), % (m/m)									
	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
0/31,5	± 5	± 5	± 7	± 8	-	± 8	-	± 8		

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (rys. 1) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy 2, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych - różnice

Mieszanka, mm	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach; [różnice przesiewów w % (m/m) przez sito (mm)]															
	1/2		2/4		2/5,6		4/8		5,6/11,2		8/16		11,2/22,4		16/31,5	
	min.	max	min.	max	min.	max	min.	max	min.	max	min.	max	min.	max	min.	max
0/31,5	4	15	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25	-	-	-	-

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów powinny spełniać wymagania wg tablicy 4. Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do warstw podbudowy odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora według PN-EN 13286-2.

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do podbudowy, o ile szczegółowe rozwiązania nie przewidują tego.

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej metodą Proctora według PN-EN 13286-2 w granicach podanych w tablicy 4.

Badanie CBR mieszanek do podbudowy należy wykonać na mieszanke zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,03$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie.

CBR należy oznaczyć wg PN-EN 13286-47, a wymaganie przyjąć wg tablicy 4.

Istotne cechy środowiskowe

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość

substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku do których brak jest jeszcze ustalonych zasad, np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

Wymagania wobec mieszanek

Tablica 4. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych w warstwie podbudowy

Właściwość	Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych w warstwie podbudowy pod nawierzchnią drogi obciążonej ruchem kategorii KR1 [^] KR6	
	Punkt PN-EN 13285	Wymagania
Uziarnienie mieszanek	4.3.1	0/31,5 mm
Maksymalna zawartość pyłów: Kat.UF	4.3.2	UF ₉
Minimalna zawartość pyłów: Kat. LF	4.3.2	LF _{NR}
Zawartość nadziarna: Kat.OC	4.3.3	OC ₉₀ (tj. procent przechodzącej masy przez sito 1,4D*> powinien wynosić 100%, a przechodzącej przez sito D** powinien wynosić 90-99%)
Wymagania wobec uziarnienia	4.4.1	Krzywe graniczne uziarnienia według rys. 1
Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii - porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)	4.4.2	Wg tab. 2
Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych - różnice w przesiewach	4.4.2	Wg tab. 3
Wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE***, co najmniej	4.5	45
Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-2, kat. nie wyższa niż		LA ₃₅
Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kat. MDE		Deklarowana
Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1		F ₄
Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia - Is=1,03 i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej		≥ 120
Zawartość wody w mieszanke zagęszczanej; % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora		80-100
Inne cechy środowiskowe	4.5	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 badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów

*> Gdy wartości obliczone z 1,4D oraz d/2 nie są dokładnymi wymiarami sit serii ISO 565/R20, należy przyjąć następny niższy wymiar sita.

**> Procentowa zawartość ziaren przechodzących przez sito D może być większa niż 99% masy, ale w takich przypadkach

dostawca powinien zadeklarować typowe uziarnienie.

***> Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2.

5.6. Wytwarzanie mieszanki kruszywa na warstwę podbudowy

Mieszankę kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach, gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Mieszarki (wytwórnice mieszanek kruszywa) stacjonarne lub mobilne powinny zapewnić ciągłość produkcji zgodną z receptą laboratoryjną.

Ze względu na konieczność zapewnienia mieszance jednorodności nie zaleca się wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji kruszywa na drodze.

Przy produkcji mieszanki kruszywa należy prowadzić zakładową kontrolę produkcji mieszanek niezwiązanych, zgodnie z WT-4 załącznik C, a przy dostarczaniu mieszanki przez producenta/dostawcę należy stosować się do zasad deklarowania w odniesieniu do zakresu uziarnienia podanych w WT-4 załącznik B.

5.7. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki

Mieszanka kruszywa niezwiązanego po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu. Zaleca się w tym celu korzystanie z transportu samochodowego z zabezpieczoną (przykrytą) skrzynią ładunkową.

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana w warstwie o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowanej. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Warstwa podbudowy powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Jeżeli podbudowa składa się z więcej niż jednej warstwy kruszywa, to każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Rozpoczęcie budowy każdej następnej warstwy może nastąpić po odbiorze poprzedniej warstwy przez Inspektora Nadzoru.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 (metoda II). Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie i napowietrzanie. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od optymalnej o 20% jej wartości, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

Wskaźnik zagęszczenia podbudowy wg BN-77/8931-12 powinien odpowiadać przyjętemu poziomowi wskaźnika nośności podbudowy wg tablicy 7.

5.8. Utrzymanie podbudowy

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inspektora Nadzoru, 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.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót.

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w ST D-M.00.00.00. Wymagania ogólne.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót, obejmujące wszystkie właściwości określone w tablicy 1 niniejszej SST.

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

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań przy budowie podbudowy z mieszanki niezwiązanej

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m ²)
1	Uziarnienie mieszanki	1	2000
2	Wilgotność mieszanki		
3	Zagęszczenie warstwy		
4	Badanie właściwości kruszywa wg tab. 1, pkt .2.2.3	dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	

6.3.2. Uziarnienie mieszanki.

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami podanymi na rys. 1. Próbkę należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inspektorowi Nadzoru.

6.3.3. Wilgotność mieszanki.

Wilgotność należy określić według PN EN 13242:2004, do kontroli należy pobierać 2 próbki z każdej dziennej działki roboczej. Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej.

6.3.4. Zagęszczenie oraz nośność podbudowy.

Zagęszczenie każdej warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać według PN S 02205:1998.

Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu E2 do pierwotnego modułu odkształcenia E1 jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy. $E2/E1 \leq 2,2$

6.3.5. Właściwości kruszywa.

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 2.3.2. należy przeprowadzić dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa. Próbkę do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inspektora Nadzoru.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy.

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres pomiarów

Częstotliwość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z mieszanki niezwiązanej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów
1	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łątą
2	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
3	Spadki poprzeczne*)	10 razy na 1 km
4	Rzędne wysokościowe	co 50 m
5	Ukształtowanie osi w planie*)	co 50 m
6	Grubość podbudowy	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²
7	Nośność podbudowy: - moduł odkształcenia - ugięcie sprężyste	co najmniej w dwóch przekrojach na każde 1000 m co najmniej w 20 punktach na każde 1000 m

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

6.4.2. Szerokość podbudowy.

Kontrola szerokości podbudowy i jej obramowania polega na bezpośrednich pomiarach co 100 m. Szerokość podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm.

Na jezdniach bez krawężników szerokość podbudowy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej, o co najmniej 25 cm lub o wartość wskazaną w Dokumentacji Projektowej.

6.4.3. Równość podbudowy.

Kontrola równości podłużnej podbudowy powinna być mierzona 4-metrową łątą co 100 m. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łątą. Nierówności podłużne i poprzeczne podbudowy nie mogą przekraczać 12mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy.

Kontroli spadków poprzecznych dokonuje się łątą profilową z poziomą, co 100 m.

Spadki poprzeczne podbudowy na prostych i łukach powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową, z tolerancją $\pm 0,5$ %.

6.4.5. Rzędne wysokościowe podbudowy.

Kontroli rzędnych niwelety dokonuje się za pomocą instrumentu niwelacyjnego.

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi podbudowy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1 cm, -2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie osi podbudowy.

Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.4.7. Grubość podbudowy.

Grubość podbudowy nie może się różnić od grubości projektowanej o więcej niż ± 10 %.

6.4.8. Nośność podbudowy.

- moduł odkształcenia powinien być zgodny z podanym w tablicy 8,

- ugięcie sprężyste wg PN S 06102:1997 powinno być zgodne z podanym w tablicy 8.

Tablica 8. Cechy podbudowy

Podbudowa z kruszywa o wskaźniku $W_{noś}$ nie mniejszym niż, %	Wskaźnik zagęszczenia I_s nie mniejszy niż	Wymagane cechy podbudowy			
		Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem, mm		Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30cm, MPa	
		40 kN	50 kN	od pierwszego obciążenia E1	od drugiego obciążenia E2
80	1,0	1,25	1,40	80	140
120	1,03	1,10	1,20	100	180

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy.

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy.

Wszystkie powierzchnie podbudowy, które wykazują większe odchylenia od określonych w punkcie 6.4 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie do głębokości co najmniej 10 cm, wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Jeżeli szerokość podbudowy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien na własny koszt poszerzyć podbudowę przez spulchnienie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie.

6.5.2. Niewłaściwa grubość podbudowy.

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca wykona naprawę podbudowy. Powierzchnie powinny być naprawione przez spulchnienie lub wybranie warstwy na odpowiednią głębokość, zgodnie z decyzją Inspektora, uzupełnione nowym materiałem o odpowiednich właściwościach, wyrównane i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, według wyżej podanych zasad, na koszt Wykonawcy.

6.5.3. Niewłaściwa nośność podbudowy.

Jeżeli nośność podbudowy będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej nośności, zalecone przez Inspektora Nadzoru.

Koszty tych dodatkowych robót poniesie Wykonawca podbudowy tylko wtedy, gdy zaniżenie nośności podbudowy wynikało z niewłaściwego wykonania robót przez Wykonawcę podbudowy.

7. OBMAR ROBÓT

7.1. Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót.

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

7.2. Jednostka obmiarowa.

Jednostką obmiarową jest 1 m^2 (metr kwadratowy) wykonanej i odebranej podbudowy z mieszanki niezwiązanej.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót.

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

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności.

Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M.00.00.00. Wymagania ogólne.

9.2. Cena jednostki obmiarowej.

Cena wykonania 1 m^2 podbudowy z mieszanki niezwiązanej obejmuje:

Cena wykonania 1 m^2 podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- sprawdzenie i ewentualną naprawę podłoża,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w specyfikacji technicznej,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

Tablica 8.4. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR1 i KR2 ($E_2 \geq 80$ MPa). Grubości warstw podano w cm.

		TYP 10 <i>nie stosuje się, gdyż wymagana jest warstwa odsączająca</i>	TYP 11	TYP 12	TYP 13	TYP 14	LEGENDA: PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozoodchronna WUP - warstwa ulepszonego podłoża - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 7 2) Zasady wykonania warstw według rozdziału 9 3) Grubość warstwy "h" podano w [cm]
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4	30 25 80 MPa 25 MPa	20 25 80 MPa 25 MPa	22 24 80 MPa 25 MPa	55 80 MPa 25 MPa	65 80 MPa 25 MPa	
	G3	22 80 MPa 35 MPa	15 22 80 MPa 35 MPa	22 15 80 MPa 35 MPa	40 80 MPa 35 MPa	45 80 MPa 35 MPa	
	G2	15 80 MPa 50 MPa	15 80 MPa 50 MPa	22 80 MPa 50 MPa	22 80 MPa 50 MPa	25 80 MPa 50 MPa	
	G1	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	

warstwa mrozoodchronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;
 warstwa mrozoodchronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 25\%$; o ile to konieczne warstwa mrozoodchronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k_{\text{d}} \geq 8$ m/dobę;
 warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;
 warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$; o ile to konieczne warstwa mrozoodchronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k_{\text{d}} \geq 8$ m/dobę;

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziaren - Wskaźnik kształtu
PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
PN-EN 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.
PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Analiza chemiczna
PN-EN 1744-3 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane – Wymagania
PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proctor
PN-EN 13286-47 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 47: Metody badań dla określenia nośności, kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego
PN-S 06102 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
PN-S 02205 Drogi samochodowe. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

10.2. Inne dokumenty

„Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”, IBDiM - Warszawa 1997.
„Instrukcja Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych – Część 2. Załącznik” GDDKiA, Warszawa 1998r.
Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. WT-4 2010. Wymagania techniczne (zalecone do stosowania w specyfikacji technicznej na roboty budowlane na drogach krajowych wg zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010 r.)
Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 43 z dnia 14.05.1999