

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH
D.04.04.02
PODBUDOWA Z MIESZANKI NIEZWIĄZANEJ**

1. Wstęp

1.1.Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Wykonania (STWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy z mieszanki niezwiązanej, w związku z zadaniem.: **Przebudowa drogi gminnej 100147R od km 0+000,00 do km 0+372,26**

1.2.Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna stosowana jest jako dokument kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3.Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy z mieszanki niezwiązanej o uziarnieniu 0/45 mm stabilizowanej mechanicznie i obejmują:

- wykonanie podbudowy z mieszanki niezwiązanej o uziarnieniu 0/31,5 mm stabilizowanej mechanicznie i obejmują:
- wykonanie dolnej warstwy podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej 0/31,5 - warstwa grubości 10 cm, 15cm
- wykonanie dolnej warstwy podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej 0/63 - warstwa grubości 20cm – (dla ruchu KR2 i KR1),

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. **Stabilizacja mechaniczna** - proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu w optymalnej wilgotności kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu.
- 1.4.2. **Podbudowa z mieszanki kruszyw niezwiązanych**- jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.
- 1.4.3. **Mieszanka niezwiązana** – ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), który jest stosowany do wykonania ulepszanego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg. Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych, sztucznych, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw o określonych proporcjach.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWiORB 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, Specyfikacją Techniczną oraz poleceniami Inżyniera i Zamawiającego.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM.00.00.00. „Wymagania Ogólne”. Specyfikacja na wykonanie warstw podbudowy niezwiązanej ma całościowo odpowiadać WT-4 stanowiącym załącznik do zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19.11.2010r. z następującymi obostrzeniami:

- Badanie wskaźnika piaskowego SE 4 należy wykonać na kruszywie 0-4mm wg PN-EN 933-8:2012 załącznik A. (Badanie wskaźnika piaskowego SE 4 należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2)

- W zakresie kryteriów odbioru ma obowiązywać pkt. 2.4.4. normy PN-S-06102:1997 oraz tabela z pkt. 2.4.4.

UWAGA. Podbudowa pomocnicza ma odpowiadać wymaganiom stawianym podbudowie zasadniczej.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB DM 00.00.00.

2.2. Właściwości kruszywa

Należy zastosować kruszywa spełniające wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla kruszywa do mieszanki niezwiązanej

Lp	Właściwość	Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do zastosowania w warstwie:		Rozdział w PN-EN 13242 zgodnie z Tablicą WT-4 2010
		podbudowa zasadnicza nawierzchni drogowej obciążonej ruchem		
		KR1÷KR2	KR3÷KR7	
1.	Zestaw sit #	0,063;0,5;1;2;4;5,6;8;11,2;16;22,4;31,5;45;63;90		4.1-4.2
2.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1,	G _C 80-20, G _F 80, G _A 75	G _C 80-20, G _F 80, G _A 75	4.3.1
3.	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _C 20/15	GT _C 20/15	4.3.2
4.	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GT _F 10 GT _A 20	GT _F 10 GT _A 20	4.3.3
5.	Kształt kruszywa grubego lub kruszywa grubego wg PN-EN 933-4 a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości	FI ₅₀	FI ₅₀	4.4
	lub b)maksymalne wartości wskaźnika kształtu	SI ₅₅	SI ₅₅	
6.	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5,	C _{90/3}	C _{90/3}	4.5
7.	Zawartość pyłów w kruszywie wg PN-EN 933-1	f _{Deklarowana}		4.6

8.	Jakość pyłów	Właściwość niebadana dla pojedynczych frakcji, a tylko w mieszankach wg wymagań p. 2.2 -2.4		
9.	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA ₄₀	LA ₄₀ *	5.2
10.	Odporność na ścieranie kruszywa grubego PN-EN 1097-1,	M _{DE} Deklarowana	M _{DE} Deklarowana	5.3
11.	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana		5.4
12.	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9, w (zależności od frakcji)	W _{cm} ^{NR} WA ₂₄₂ **		5.5
13.	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS _{NR}	AS _{NR}	6.2
14.	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S _{NR}	S _{NR}	6.3
15.	Stałość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1. p. 19.3, kategoria nie wyższa niż:	V ₅	V ₅	6.4.2.1
16.	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1, p.19.1	Brak rozpadu		6.4.2.2
17.	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1, p.19.2	Brak rozpadu		6.4.2.3
18.	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów – zgodnie z WT-4 2010 Tablica 1 Rozdz. 6.4.4 w PN-EN 13242		6.4.3
19.	Zanieczyszczenia (dot. kruszyw naturalnych)			6.4.4
20.	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SB _{LA}	SB _{LA}	7.2
21.	Mrozoodporność kruszywa (frakcja referencyjna do badania #8/16mm) wg PN-EN 1367-1	-skały magmowe i przeobrażone: F4 -skały osadowe: F10 -kruszywa z recyklingu: F10, (F25***)	-skały magmowe i przeobrażone: F4 -skały osadowe: F10 -kruszywa z recyklingu: F10, (F25***)	7.3.3
22.	Skład materiałowy	Deklarowany		Załącznik C
i	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/69/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.		Załącznik C podrozdział C 3.4

* Do warstw podbudów zasadniczych na drogach obciążonych ruchem KR5-KR6 dopuszcza się jedynie kruszywa charakteryzujące się odpornością na rozdrabnianie LA ≤35.

** W przypadku gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność.

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

2.3. Wymagane właściwości mieszanki do podbudowy

2.3.1. Zawartość pyłu

Maksymalna zawartość pyłów <0,063 mm w mieszankach kruszyw do podbudowy powinna spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 4. Zawartość pyłów należy oznaczać według PN-EN 933-1.

Nie określa się wymagania wobec minimalnej zawartości pyłów $< 0,063$ mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej.

2.3.2. Zawartość nadziarna

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

2.3.3. Uziarnienie

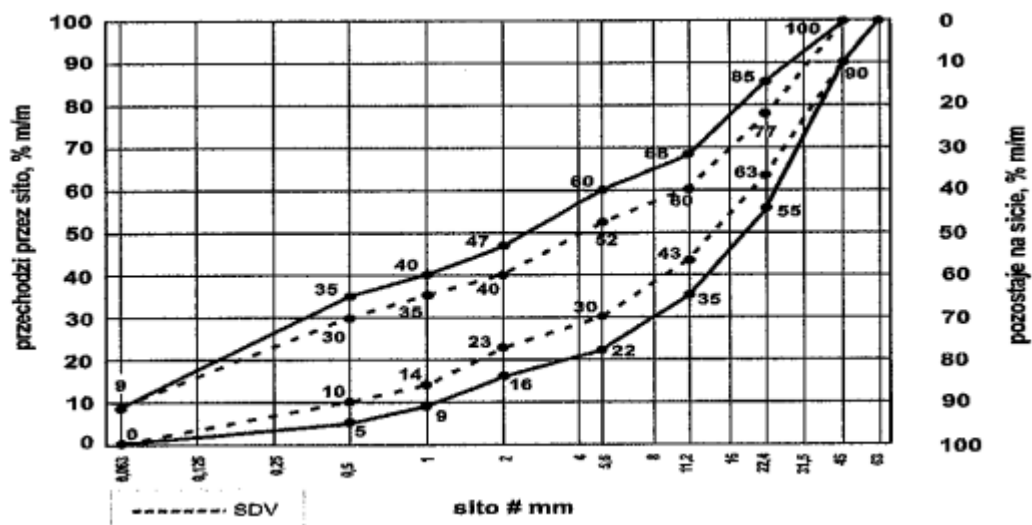
Określone według PN-EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw przeznaczonych do warstw podbudowy powinny spełniać wymagania przedstawione na rysunku 1 oraz rysunku 2 w zależności od warstwy.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na rysunku.

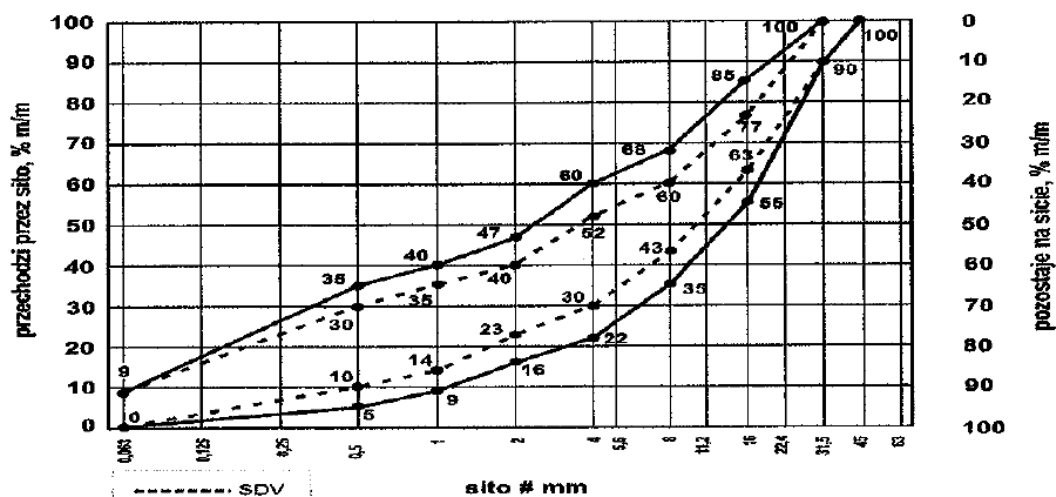
W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, mieści się w krzywych granicznych podanych na rysunku 1 oraz rysunku 2 w zależności od posadowienia warstwy w konstrukcji.

Stosowana mieszanka musi mieścić się w krzywych granicznych uziarnienia oraz spełniać wymagania wobec jednorodności i ciągłości uziarnienia – dotyczy krzywych SDV i deklarowanej krzywej S producenta dla podbudowy zasadniczej.

Rysunek 1. Uziarnienie mieszanki 0/45 do podbudowy zasadniczej



Rysunek 2. Uziarnienie mieszanki 0/31,5 do podbudowy zasadniczej



Tablica 2. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S). Zgodnie z WT-4 2010 Tablica 4 – Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczonej mieszanki. Jeśli mieszanka zawiera nadmierną zawartość ziaren słabych wymaganie dotyczy deklarowanego przez producenta uziarnienia mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

Mieszanka niezwiązana	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		
0/45	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8	
0/63	-	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8		± 8

Tablica 3. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach. Zgodnie z WT-4 2010 – Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (1-2) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy 2, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy 3.

Mieszanka	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	-	-	-	-
0/45	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25		--
0/63	-	-	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25

2.3.4. Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów powinny spełniać wymagania wg tablicy 4. Badanie wskaźnika piaskowego SE 4 należy wykonać na kruszywie 0-4mm wg PN-EN 933-8:2012 załącznik A. (Badanie wskaźnika piaskowego SE 4 należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2).

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki kruszyw do podbudowy.

2.3.5. Wskaźnik CBR

Badanie CBR mieszanek do podbudowy należy wykonać na mieszance zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,0$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47. Wymagany wskaźnik nośności CBR powinien być zgodny z wymaganiem podanym w tablicy 4.

2.4. Wymagania wobec mieszanek do warstw podbudów.

Tablica 4. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do warstw podbudowy.

Lp	Rozdział w PN-EN 13285	Właściwość	Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do zastosowania w warstwie podbudowy zasadniczej		Odniesienie do tablicy w PN-EN 13285
			KR1- KR2	KR3- KR7	
1	4.3.1	Uziarnienie mieszanki	0/31,5;0/45		Tabl. 4
2	4.3.2	Maksymalna zawartość pyłów: kategoria UF	UF ₉		Tabl. 2
3	4.3.2	Minimalna zawartość pyłów: kategoria LF	LF _{NR}		Tabl. 3
4	4.3.3	Zawartość nadziarna: kategoria OC	OC ₉₀		Tabl. 4 i 6
5	4.4.1	Wymagania wobec uziarnienia	Krzywe uziarnienia wg rys. 1 oraz rys. 2		Tabl. 5 i 6
6	4.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)	Według tablicy nr 2		Tabl. 7
7	4.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach	Według tablicy nr 3		Tabl. 8
8	4.5	Wrażliwość na mróz, wskaźnik piaskowy SE*, co najmniej	45		-
9		Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria nie wyższa niż	LA ₃₅		-
10		Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, M _{DE}	deklarowana		-
11		Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1	F4		-
12		Wartość CBR** po zagęszczeniu do wskaźnika $I_s=1,03$ i moczeniu w wodzie 96h, co najmniej	≥ 80		-
13		Zawartość wody w mieszance zagęszczanej, % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora	80 –100		-

14	4.5	Inne 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.	-
----	-----	-------------------------	---	---

* Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać według normy PN-EN 933-8:2012, załącznik A.

Badanie wskaźnika piaskowego SE₄ należy przeprowadzić według normy PN-EN 933-8 załącznik A, po wcześniejszym 5-cio krotnym ubiciu pojedynczej próbki mieszanki w wymaganej liczbie warstw przy użyciu aparatu Proctora według normy PN-EN 13286-2 (przy wilgotności optymalnej mieszanki ustalonej uprzednio podczas standardowego badania Proctora wg PN-EN 13286-2 dla badanej mieszanki niezwiązanej). Dla mieszanek o D₅₀≤31,5mm stosuje się formę Proctora B i ubijak APo 5-cio krotnym ubiciu mieszanki w aparacie Proctora należy przygotować próbkę zgodnie z normą PN-EN 933-8 załącznik A i wykonać badanie wskaźnika piaskowego dla frakcji 0/4mm.

** Badanie wskaźnika nośności CBR według normy PN-EN 13286-47:2012. Badanie wskaźnika nośności CBR dla mieszanek niezwiązanych do warstw przywołanych w niniejszej STWiORB należy wykonać po ich zagęszczeniu metodą Proctora zgodnie z normą PN-EN 13286-2 do wskaźnika zagęszczenia I_s = 1,0. Próba do badania CBR powinna być przygotowana zgodnie z pkt 6 i 7 normy PN-EN 13286-47 (materiał odsiany przez sito #22,4mm). Zagęszczenie mieszanki powinno zostać wykonane zgodnie z pkt 7.1 normy PN-EN 13286-47 (odwołanie do normy PN-EN 13286-2). Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13286-2 pkt 5, powinna zostać wybrana forma B z ubijakiem A. Po przygotowaniu próby do badania CBR, mieszanka powinna zostać przebadana zgodnie z procedurą zawartą w pkt 7, 8.1, 8.3 i 9 normy PN-EN 13286-47.

2.5. Składowanie kruszyw

Kruszywo powinno być składowane w pryzmach. Warunki składowania i lokalizacja składowiska powinny uzyskać akceptację Inżyniera.

2.6 Źródła materiałów

Źródła poboru kruszywa i wody muszą być zatwierdzone przez Inżyniera przed rozpoczęciem dostaw.

2.7 Woda

Należy stosować wodę wg PN-EN 1008-1.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB DM 00.00.00.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

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

- równiarek albo układarek do rozkładania mieszanki,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.

Wykonawca nie przewiduje stosowania mieszarek do mieszania składników mieszanki na miejscu.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM 00.00.00.

4.2. Transport materiałów

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

Przy ruchu po drogach publicznych pojazd musi spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM 00.00.00.

Warstwa z mieszanki kruszywa niezwiązanego nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte.

Nie należy rozpoczynać wbudowywania mieszanki z kruszywa niezwiązanego, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 0°C w czasie układania.

Prace pomiarowe powinny być prowadzone w sposób umożliwiający wykonanie warstwy podbudowy zgodnie z Dokumentacją Projektową, z tolerancjami określonymi w niniejszej specyfikacji.

5.2. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod podbudowę z mieszanki niezwiązanej stanowi:

- D.04.05.01.02 podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C5/6 (dla ruchu KR5 i KR7),
- D.04.05.01.02 podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C3/4 (dla ruchu KR3),
- D.02.01.01 podłoże gruntowe nawierzchni lub D.04.05.01.01 warstwa mrozochronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem (dla ruchu KR1 i KR2),
- D.04.02.02 warstwa mrozochronna (stanowisko postojowe dla pojazdów przewożących substancje niebezpieczne,
- D.02.01.01 podłoże gruntowe nawierzchni (zatoka autobusowa, stanowisko do zrzutu ścieków, chodnik).

5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Wykonawca wbudowywać będzie mieszanki kruszyw o uziarnieniu zgodnym z pkt 2 STWiORB. W przypadku braku możliwości pozyskania materiału o wymaganych parametrach i uziarnieniu bezpośrednio z kopalni Wykonawca może wytwarzać mieszankę poprzez mieszanie frakcji materiałów na placach magazynowych na budowie w sposób umożliwiający osiągnięcie wymaganego uziarnienia mieszanki. Jeżeli mieszanie będzie odbywało się za pomocą mieszarki to będzie ona wyposażona w urządzenie dozujące i podlegać będzie zatwierdzeniu przez Inżyniera. Wykonawca na podstawie badań laboratoryjnych przygotowuje recepturę na wytworzenie mieszanki. Receptura obejmować będzie ustalenie mieszanych frakcji kruszywa oraz wilgotność optymalną dla mieszanych składników. Sporządzona receptura musi uzyskać akceptację Inżyniera.

Wytworzenie mieszanki polegać będzie na wymieszaniu odpowiednich frakcji kruszywa (przewidzianych recepturą) z dodaniem wody, celem uzyskania wilgotności optymalnej dla wytworzonej mieszanki.

Potrzebną ilość wody dla mieszanki ustala się laboratoryjnie z uwzględnieniem wilgotności naturalnej kruszywa. Nawilżanie mieszanki powinno następować stopniowo do czasu uzyskania w mieszance wilgotności optymalnej określonej laboratoryjnie. Materiał wytworzony musi spełnić wymagania pod względem przydatności zgodnie z pkt 2 STWiORB. Stosowana mieszanka musi mieścić się w krzywych granicznych uziarnienia

z uwzględnieniem wymagań krzywych SDV dla producenta mieszanki oraz spełniać wymagania dla gotowego wyrobu zgodnie z tab.4 .

5.4. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana tak, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowej. Warstwa podbudowy powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Warstwa podbudowy powinna być rozkładana i zagęszczana w dwóch warstwach- pierwsza warstwa rozkładana do grubości 2/3 grubości projektowej, następnie w drugim cyklu rozkładana warstwa o grubości do wymaganej grubości/niwelety projektowej z zastosowaniem sprzętu z systemem niwelacji precyzyjnej. Jednorazowo można układać warstwę podbudowy do grubości 20 cm. Mieszanka niezwiązana przed zagęszczaniem powinna być nawilżona optymalnie w całym przekroju zgodnie z Tablicą 4 Lp. 13. Umożliwi to optymalną pracę walców w celu uzyskania wymaganej nośności i zagęszczania. Bezpośrednio po wyprofilowaniu warstwy kruszywa należy przystąpić do jej zagęszczenia przez wałowanie. Podbudowę należy zagęszczać walcami ogumionymi, walcami wibracyjnymi i gładkimi. Zagęszczanie powinno postępować stopniowo od krawędzi do środka podbudowy przy przekroju daszkowym jezdni oraz od dolnej do górnej krawędzi podbudowy przy przekroju o spadku jednostronnym. Jakiegokolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczania powinny być wyrównane przez spulchnianie warstwy kruszywa i dodanie lub usunięcie materiału aż do otrzymania równej powierzchni. W miejscach niedostępnych dla walców podbudowa powinna być zagęszczona zagęszczarkami płytowymi, małymi walcami wibracyjnymi lub ubijakami mechanicznymi. W pierwszej fazie zagęszczania należy stosować sprzęt lżejszy, a w końcowej sprzęt cięższy. Zagęszczenie należy prowadzić do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia podbudowy. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od optymalnej o więcej niż 20% jej wartości, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o więcej niż 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć. Kontrolę zagęszczenia i nośności warstwy z mieszanki niezwiązanej należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych.

Dla kontroli modułów E i wskaźnika odkształcenia I_0 warstwy z mieszanki niezwiązanej należy stosować metodę obciążeń płytowych wg załącznika B do normy PN-S-02205 (w zakresie przyrostu obciążenia jednostkowego od 0,25 MPa do 0,35MPa, maksymalne obciążenie przy oznaczaniu E 1 do 0,45MPa) albo inne metody zaakceptowane przez inżyniera.

Do obliczenia modułów E należy stosować następujący wzór:

$$E_{1,2} = \frac{3x\Delta p}{4x\Delta s} \times D$$

Δp – różnica nacisków z zakresu 0.25 – 0.35 [MPa]

Δs – przyrost osiadania odpowiadający Δp [mm]

D – średnica płyty [mm].

Za zgodą inżyniera dopuszcza się alternatywne metody badań.

5.5. Odcinek próbny

Przed rozpoczęciem robót, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny przed właściwym rozpoczęciem robót w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału w stanie luźnym koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia liczby przejazdów sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonywania podbudowy.

Na podstawie wyników uzyskanych na odcinku próbnym ustalona będzie grubość układanych warstw oraz rodzaj sprzętu do ich zagęszczenia. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera w obszarze prac objętych Kontraktem. Wielkość odcinka próbnego powinna wynosić około 500m². Po akceptacji przez Inżyniera Wykonawca przystąpi do zasadniczych robót związanych z wykonaniem warstwy podbudowy.

5.6. Utrzymanie podbudowy

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w stanie dobrym. Wykonawca będzie mógł, za zgodą Inżyniera wykorzystać gotową podbudowę do ruchu budowlanego.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w DM 00.00.00.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w punkcie 2 niniejszej STWiORB.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstość oraz zakres badań podano w Tablicy 5.

Tablica 5. Częstość oraz zakres badań przy wykonywaniu podbudowy z mieszanki niezwiązanej.

L.p.	Wyszczególnienie badań	Częstość badań		
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna długość odcinka przypadająca na 1 badanie (jezdni)	Powierzchnia przypadająca na 1 badanie
1	Uziarnienie mieszanki, wilgotność mieszanki	1	500 mb	5000 m ²
2	Zagęszczenie, nośność	2	300 mb	3 000 m ²
3	Badanie właściwości mieszanki kruszyw	przy każdej zmianie materiału i nie rzadziej niż 1 badanie pełne na 6 miesięcy wykonywania warstwy z jednego rodzaju materiału (źródła)		

6.3.2. Uziarnienie mieszanki

Powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2. Próbkę do badań powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy z mieszanki składowanej na hałdzie przed wbudowaniem oraz w sytuacjach wątpliwych z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

6.3.3. Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna spełniać wymagania określone w tablicy 4 lp.13.

6.3.4. Zagęszczenie i nośność podbudowy

Kontrolę zagęszczenia oraz nośności warstwy z mieszanki niezwiązanej należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych wg załącznika B do normy PN-S-02205 lub badaniu wskaźnika zagęszczenia wg normy BN-77/8931-12 i nośności E_2 wg metody obciążeń płytowych. Zagęszczenie warstwy z mieszanki niezwiązanej należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 jest $< 2,2$, lub wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 1,0$ i nośność warstwy E_2 jest zgodna z dokumentacją projektową. Za zgodą Inżyniera Kontraktu, na podstawie przeprowadzonej korelacji, zostanie dopuszczone badanie płytą dynamiczną.

Wartość E_2 i E_1 powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Tabelicy 6.

Tablica 6. Wymagania wobec warstw podbudów wykonanych z mieszanek niezwiązanych

Lp.	Element	Wymagane cechy podbudowy			
		Wskaźnik zagęszczenia I_s nie mniejszy niż	Stosunek modułów E_2/E_1	Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30 cm [MPa]	
				Od pierwszego obciążenia E_1	Od drugiego obciążenia E_2
1.	Podbudowa z kruszywa KR1-KR4	1,00	$I_0 \leq 2,2$	80	160
2.	Podbudowa z kruszywa KR5-KR7	1,03	$I_0 \leq 2,2$	100	180
3.	Chodniki, zjazdy o nawierzchni z betonowej kostki brukowej, wyspy kanalizujące nieprzejezdne	$I_s \geq 1,0$ lub $I_0 \leq 2,2$		-	80*

* Ustala się określenie modułu dynamicznego jako parametru równoważnego dla parametrów E_2 oraz I_0 (I_s), dla którego wymaga się uzyskanie wartości jednego parametru tj. modułu dynamicznego $E_{VD} \geq 50$ MPa

Wymagania podane wg KTKTPiP Załącznik Nr 31 GDDKiA z dnia 16.06.2014r. Tablica 9.1.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres pomiarów

Częstość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy przedstawia Tablica 7.

6.4.2. Dopuszczalne tolerancje od wielkości projektowanych cech geometrycznych podbudowy

Dopuszczalne tolerancje cech geometrycznych wykonanej podbudowy z mieszanki niezwiązanej zostały przedstawione w Tabelicy 7.

Tablica 7. Dopuszczalne tolerancje od wielkości projektowanych cech geometrycznych podbudowy z mieszanki niezwiązanej

L.p.	Wielkość mierzona	Minimalna częstość badań i pomiarów	Tolerancja
1	Szerokość warstwy	10 razy na km	± 10 cm
2	Równość podłużna	10 razy na km	+10 /-15 mm
3	Równość poprzeczna	10 razy na km	+10 / -15 mm
4	Spadek poprzeczny*	10 razy na km	$\pm 0,5\%$
5	Rzędne wysokościowe	co 25 m w 2-óch wyznaczonych pkt.	+1 /- 2cm
6	Ukształtowanie osi w planie	co 100 m	± 5
7	Grubość warstwy	w 3-ech pkt. na działce dziennej (min. 1 raz na 2000m ²)	+10mm / -15 mm

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

Rzędne wysokościowe, mierzone w osi jezdni i na jej krawędziach, oraz mierzone co 100 m dla na krawędziach jezdni, powinny być zgodne z dokumentacją projektową z dopuszczalną tolerancją +1/-2cm, przy czym co najmniej 95% wykonanych pomiarów nie może przekraczać przedziału dopuszczalnych odchyleń.

6.4.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

Niewłaściwe cechy geometryczne

Wszystkie powierzchnie warstwy z mieszanki niezwiązanej, 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. Jeżeli szerokość warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 10 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć warstwę przez jej spulchnienie na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie.

Niewłaściwa grubość

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca powinien wykonać naprawę warstwy. Powierzchnie powinny być naprawione przez spulchnienie lub wybranie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy według wyżej podanych zasad.

Niewłaściwe zagęszczenie i/lub nośność

Jeżeli zagęszczenie i/lub nośność warstwy będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej jakości robót, zalecone przez Inżyniera. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ilości wykonanych robót będą obmierzone zgodnie z jednostkami wskazanymi w ZPRS.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM 00.00.00.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

W zakresie kryteriów odbioru obowiązuje pkt. 2.4.4. normy PN-S-06102:1997.

Maksymalne ugięcia lub minimalne moduły odkształcenia w zależności od wskaźnika zagęszczenia i projektowanego wskaźnika nośności zawarte są w tablicy 8.

Tablica 8.

Podbudowa z kruszywa o wskaźniku $w_{noś}$ nie mniejszym niż %	Wymagane cechy podbudowy				
	Wskaźnik zagęszczenia I_s nie mniejszy niż	Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem mm		Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30 cm MPa	
		40 kN	50 kN	od pierwszego obciążenia E_1	od drugiego obciążenia E_2
60	1,0	1,40	1,60	60	120
80	1,0	1,25	1,40	80	140
120	1,03	1,10	1,20	100	180

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Cena wykonania 1 m² warstwy podbudowy obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe,
- zakup i transport materiałów,
- dostarczenie i rozłożenie na uprzednio przygotowanym podłożu warstwy materiału o grubości i jakości określonej w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej,
- wyrównanie ułożonej warstwy do wymaganego profilu,
- zagęszczenie wyprofilowanej warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,
- utrzymanie warstwy,

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

WT-4 2010	Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych . Wymagania Techniczne- Zarządzenie nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010r.
PN-EN 13242+A1 2010	Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach drogowych i budownictwie drogowym
PN-EN 13285:2010	Mieszanki niezwiązane - Specyfikacja
PN-EN 932-3:1999/A1:2004	Badanie podstawowych właściwości kruszyw- Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
PN-EN 932-5:2012	Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie
PN-EN 933-1:2012	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego – Metoda przesiewowa
PN-EN 933-3:2012	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 3: Oznaczenie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
PN-EN 933-4:2008	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4: Oznaczenie kształtu ziaren - Wskaźnik kształtu
PN-EN 933-5:2000	PN-EN 933-5:2000/A1:2005 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczenie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
PN-EN 933-8:2012Zał. A	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw - Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek- Badania wskaźnika piaskowego
PN-EN 933-9:2009	Badanie geometrycznych właściwości kruszyw - Ocena zawartości drobnych cząstek- Badania błękitem metylenowym

PN-EN 1008:2004	Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
PN-EN 1097-1:2011	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw- Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
PN-EN 1097-2:2010	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw- Metody oznaczania odporności na rozdrobnienie
PN-EN 1097-5:2008	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
PN-EN 1097-6:2013-11	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw- Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
PN-EN 1367-1:2007	Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczenie mrozoodporności
PN-EN 1367-2:2010	Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Badanie w siarczanie magnezu
PN-EN 1367-3:2002	Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych- Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
PN-EN 1744-1:2010	Badania chemicznych właściwości kruszyw- Analiza chemiczna
PN-EN 1744-3:2004	Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
PN-EN 13286-1:2005	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 1: Laboratoryjne metody oznaczenia referencyjnej gęstości i wilgotności - Wprowadzenie, wymagania ogólne i pobieranie próbek
PN-EN 13286-2:2010	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody – Zagęszczenie metodą Proctora
PN-EN 13286-47:2012	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 47: Metody badań dla określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego
PN-EN 13286-50:2007	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym- Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
PN-S-02205:1998	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.
BN-77/8931-12	Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-ISO 565:2000	Sita kontrolne -- Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemiczne - Wymiary nominalne oczek
PN-S-06102:1997	Drogi samochodowe -- Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie